

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

CRAON

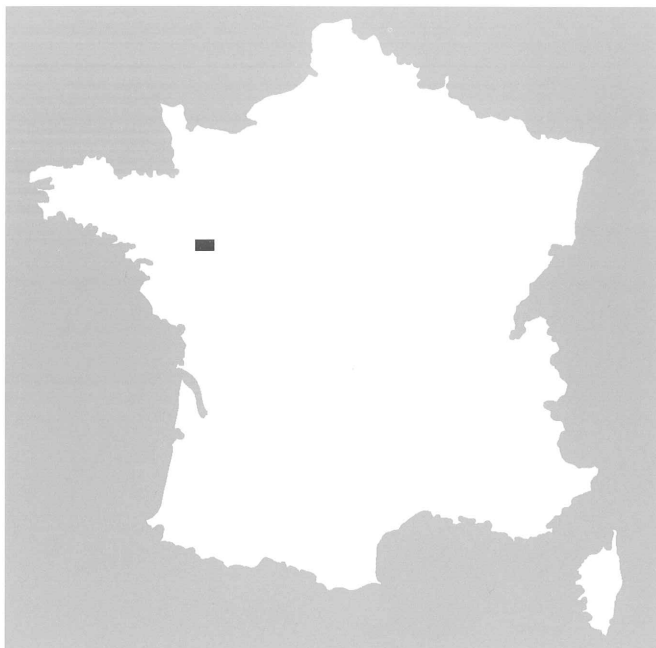
par

Y. VERNHET, B. PIVETTE

avec la collaboration de

P. CHÈVREMONT, C. BOURDILLON





CRAON

La carte géologique à 1/50 000
CRAON est recouverte
par la coupure CHÂTEAU-GONTIER (N° 91)
de la Carte géologique de la France à 1/80 000

La Guerche- de-Bretagne	Cossé- le-Vivien	Meslay- du-Maine
Châteaubriant	CRAON	Château- Gontier
Saint-Mars- la-Jaille	Segré	Le Lion- d'Angers

BRGM
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

**COMITÉ DE LA CARTE GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE**

Président : J.-M. LARDEAUX ; *Vice-Président* : P. GUENNOC ;
Secrétaire Général : D. JANJOU ; *Membres* : P. BARBEY,
Y. CALLEC, D. CASSARD, J.-L. DURVILLE, M. FAURE, D. GIBERT,
P. GIGOT, F. GUILLOCHEAU, L. JOLIVET, S. LALLIER, D. MARQUER,
P. NEHLIG, E. PALVADEAU, R. POLINO, F. QUESNEL, P. ROSSI,
A. SCHAFF, K. SCHULMANN, Y. SIMÉON, D. TESSIER, P. THIERRY,
C. TRUFFERT

**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
CRAON À 1/50 000**

par

Y. VERNHET, B. PIVETTE

**avec la collaboration de
P. CHÈVREMONT, C. BOURDILLON**

2010

**BRGM Éditions
Service géologique national**

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

– *pour la carte* : VERNHET Y. (2010) – Carte géol. France (1/50 000), feuille Craon (390). Orléans : BRGM. Notice explicative par Vernhet Y., Pivette B., avec la collaboration de Chèvremont P, Bourdillon C. (2010), 178 p.

– *pour la notice* : VERNHET Y., PIVETTE B., avec la collaboration de Chèvremont P, Bourdillon C. (2010) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Craon (390). Orléans : BRGM, 178 p. Carte géologique par Vernhet Y. (2010).

© BRGM, 2010. 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 : 978-2-7159-1390-5

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	9
ABSTRACT	11
INTRODUCTION	15
<i>SITUATION GÉOGRAPHIQUE</i>	15
<i>RELIEF</i>	15
<i>HYDROGRAPHIE</i>	17
<i>CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL – PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	17
<i>TRAVAUX ANTÉRIEURS</i>	20
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	22
<i>APPORTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES DES NOUVEAUX LEVERS</i>	24
DESCRIPTIONS DES TERRAINS	27
<i>NÉOPROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR À CAMBRIEN</i>	27
Briovérien	27
<i>PALÉOZOÏQUE DES SYNCLINAUX DE MARTIGNÉ- FERCHAUD ET DE SEGRÉ</i>	37
Ordovicien	37
Silurien	52
<i>ROCHES MAGMATIQUES EN PETITS MASSIFS OU FILONS. ROCHES FILONIENNES</i>	55
« Granite de Craon » (granite sous couverture)	55
Filons de quartz	59
<i>MÉSOZOÏQUE-TERTIAIRE</i>	60
Formations à sables, argiles, graviers, galets, indurations ferrugineuses, silcrètes (âge indéterminé ou imprécis)	60
<i>QUATERNAIRE ET FORMATIONS SUPERFICIELLES ET D'ALTÉRATION</i>	67
Formations d'altération	67
Grès et ferruginisations cénozoïques	69
Épandages continentaux	71
Formations éoliennes	72
Formations alluviales	74
Dépôts anthropiques	75
CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES	76

<i>NÉOPROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR À CAMBRIEN (BRIOVÉRIEN)</i>	76
<i>PALÉOZOÏQUE POST-CAMBRIEN (ORDOVICIEN-SILURIEN)</i>	77
<i>MÉSOZOÏQUE-CÉNOZOÏQUE</i>	79
ÉVOLUTION TECTONO-MÉTAMORPHIQUE	81
<i>DÉFORMATIONS SOUPLES : LA PHASE MAJEURE SYNSCHISTEUSE E1</i>	83
<i>FRACTURATION</i>	85
<i>MÉTAMORPHISME</i>	88
SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE	88
<i>NÉOPROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR À CAMBRIEN BASAL (BRIOVÉRIEN)</i>	88
<i>PALÉOZOÏQUE</i>	90
<i>MÉSOZOÏQUE</i>	93
<i>CÉNOZOÏQUE</i>	94
GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	95
<i>SOLS, VÉGÉTATIONS ET CULTURES</i>	95
<i>GÉOGRAPHIE HUMAINE</i>	97
<i>ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE</i>	99
<i>RISQUES NATURELS</i>	101
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	105
<i>SUBSTANCES UTILES ET CARRIÈRES</i>	120
Matériaux	120
Schistes ardoisiers de la région de Renazé – Noyant-la-Gavoyère	120
Gisements minéraux	131
Autres minéralisations	149
<i>AFFLEUREMENTS REMARQUABLES</i>	149
PRÉHISTOIRE, PROTOHISTOIRE ET ANTIQUITÉ GALLO- ROMAINE	155
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	158
<i>DOCUMENTATION CARTOGRAPHIQUE</i>	158
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	159
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	159
<i>SITES INTERNET CONSULTÉS</i>	169

AUTEURS DE LA NOTICE ET DE LA CARTE	169
ANNEXE	171
<i>ANNEXE 1 : MICROFACIÈS ET STRATIGRAPHIE</i>	
<i>DE 5 ÉCHANTILLONS DE SÉDIMENTS DE LA RÉGION</i>	
<i>DE CRAON (MAYENNE, FRANCE). ÉTUDE 135/12-</i>	
<i>07/FR.C. BOURDILLON, SOCIÉTÉ ERADATA,</i>	
<i>LE MANS, FRANCE</i>	173

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 - Localisation géographique et géologique de la feuille Craon (d'après Gumiaux, 2003 ; modifié)	18
Fig. 2 - Colonne lithostratigraphique de la « série briovérienne » (d'après Guérangé, Guérangé-Lozes <i>in</i> Brosse <i>et al.</i> , 1987)	34
Fig. 3 - Log lithostratigraphique synthétique du Paléozoïque de la région de Craon (épaisseurs moyennes) (Vernhet, 2010)	38
Fig. 4 - Stratigraphie des couches de minerai de fer de l'Ordovicien inférieur et de leurs enveloppes stériles établie à l'aide des puissances moyennes calculées d'après diverses données utilisables (d'après Chauvel, 1968)	44
Fig. 5 - Synthèse des résultats de la campagne de géophysique (gravimétrie et sondages électriques) réalisée dans la région de Craon dans le cadre de la reconnaissance de la structure du granite de Craon (Guérangé <i>et al.</i> , 1984)	54
Fig. 6 - Coupe schématique du granite de Craon. Synthèse des résultats des différentes études géologiques menées sur la région de Craon (Guérangé <i>et al.</i> , 1984)	56
Fig. 7 - Répartition des sables dans le Maine méridional et le Nord de l'Anjou. Localisation des carrières et affleurements étudiés par L. Fleury <i>et al.</i> et cités dans le texte (d'après Fleury <i>et al.</i> , 1989, modifié)	62
Fig. 8 - Coupe A-B entre Combrée au SSW et la région de Craon au NNE (position sur schéma structural de la carte) (Vernhet, 2010)	82
Fig. 9 - Carte des épïcètres à l'échelle régionale. Intensité en échelle MSK (d'après le site internet « sisfrance.net »)	103
Fig. 10 - Carte des épïcètres au niveau de la zone d'étude. Intensité en échelle MSK (d'après le site internet « sisfrance.net »)	104
Fig. 11 - Carte des cavités souterraines (d'après le site internet « bdcavite.net »)	106
Fig. 12 - Précipitations efficaces de la région de Craon, d'après les données de Météo-France	108

Fig. 13 - Fluctuations piézométriques enregistrées depuis 2004 dans l'ouvrage 03555X6010/PZ1, implanté dans les schistes et grès briovériens (Sud de Ballots, limite nord de la feuille Craon). Source BRGM, Pays de la Loire	114
Fig. 14 - Nombre de forages particuliers réalisés entre 1983 et 2007 (hors forages géothermiques) (d'après les données de la BSS ; BRGM)	116
Fig. 15 - Le chevalement de l'ardoisière de Renazé (musée de l'ardoise et de la géologie de Renazé) (photo extraite du site internet « pedagogie.ac-nantes.fr »)	117
Fig. 16 - Le chevalement de la mine de fer de Bois III en 1986 (photo extraite du site internet « ardoise.free.fr » de l'association « l'Ardoise »)	118
Fig. 17 - Le bassin ardoisier de l'Anjou. Sites de production et sites de patrimoine (extrait du site internet « ardoise.free.fr » de l'association « l'Ardoise »)	119
Fig. 18 - Carrière d'ardoise de l'Hermitage - la Saulaie en 1890 (extrait du site internet « ardoise.free.fr » de l'association « l'Ardoise » ; source ADA, repro. Cayla)	126
Fig. 19 - L'or dans les alluvions du Massif armoricain (<i>in</i> Guigues, Devismes, 1969)	134
Fig. 20 - L'or alluvionnaire dans la région de Cossé-le-Vivien, Château-Gontier, Craon (d'après l'atlas des minéraux d'alluvions du Massif armoricain à 1/50 000, BRGM, Nantes) (Cg : Château-gontier ; CR : Craon ; LP : Le Pertre ; CO : Cossé-le-Vivien ; Re : Renazé ; QE : Quelaines ; NG : Noyant-la-Gravoyère)	135
Fig. 21 - L'exploitation de l'or dans le Craonnais. L'axe aurifère des Miaules (d'après Meuret, 1993)	136
Fig. 22 - Le district aurifère de Château-Gontier (prospects de La Selle-Guerchaise, de La Selle-Craonnaise, et de Châtelain. PER de la Vieuville-les Miaules ; <i>in</i> Vasquez-Lopez <i>et al.</i> , 1985)	137
Fig. 23 - Résultats de la prospection géochimique semi-stratégique réalisée au Sud-Est d'Athée (feuille Cossé-le-Vivien) sur l'axe aurifère des « Miaules », dans le secteur des anciennes aurières des Perrines, de Boutigné, de la Halbaudière et de l'Ombretièrre (Vaucorbeil de, 1985)	140
Fig. 24 - Synthèse et résultats des travaux réalisés sur ce même prospect d'Athée entre les Perrines et la Gaudinière (Vaucorbeil de, 1985)	141
Fig. 25 - Localisation du prospect aurifère du Coudreau – la Derbournière et des anciennes aurières associées. Résultats de la prospection alluvionnaire (Vaucorbeil de, 1985)	142

Fig. 26 - Synthèse des travaux réalisés sur le prospect aurifère du Coudreau – la Derbournière et teneurs en or obtenues (Vaucorbeil de, 1985)	143
Fig. 27 - Coupe des sondages carottés inclinés Sc1 et Sc2 réalisés sur le site du Coudreau. Résultats et teneurs (Vaucorbeil de, 1985)	144
Fig. 28 - Carte des concentrations de monazite à europium dans les alluvions de la région de La Guerche-de-Bretagne à Château-Gontier (<i>in</i> Guigues, 1984)	146
Fig. 29 - La cassitérite alluvionnaire dans la région de Cossé-le-Vivien, Château-Gontier, Craon (d'après l'atlas des minéraux d'alluvions du Massif armoricain à 1/50 000, BRGM, Nantes)	148

LISTE DES TABLEAUX

Tabl. 1 - Teneurs en éléments majeurs de l'échantillon CRA 1 du granite de Craon (dosage par fluorescence X) (<i>in</i> Guérangé <i>et al.</i> , 1984)	58
Tabl. 2 - Teneurs en éléments en traces de l'échantillon CRA 1 du granite de Craon (dosage par spectromètre à émission de plasma : méthode ICP) (<i>in</i> Guérangé <i>et al.</i> , 1984)	59
Tabl. 3 - Quelques séismes ressentis à l'échelle régionale. Épicentres dans et hors région (d'après le site www.sisfrance.net)	102
Tabl. 4 - Cavités souterraines recensées sur quelques communes présentes sur la feuille de Craon à 1/50 000 (d'après le site internet www.bdcavite.net)	105
Tabl. 5 - Ouvrages AEP exploités sur la feuille de Craon	112
Tabl. 6 - Principales caractéristiques physico-chimiques d'eaux brutes de captages AEP exploités (DDASS de la Mayenne, Santé-Environnement)	113
Tabl. 7 - Indices miniers répertoriés sur la feuille de Craon. Banque de données nationale du sous-sol (BSS, BRGM)	147
Tabl. 8 - Quelques sondages réalisés sur la coupure Craon n° 390, enregistrés dans la Banque des données du Sous-Sol (BSS, BRGM)	Hors texte

RÉSUMÉ

La carte Craon à 1/50 000 est localisée à cheval sur les départements de la Mayenne et du Maine-et-Loire dans la région des Pays de la Loire. Elle se situe géologiquement dans la partie centre-est du Massif armoricain, au sein de l'unité de Bretagne centrale, ou Domaine centre-armoricain. Celle-ci, délimitée au Nord par le cisaillement nord-armoricain (CNA), est essentiellement composée de terrains sédimentaires détritiques terrigènes et très accessoirement de roches granitiques.

La diversité des terrains ici présents est à l'origine du caractère très contrasté des paysages. L'histoire géologique de ce secteur s'étale sur près de 600 millions d'années depuis le Précambrien jusqu'au Quaternaire.

Les terrains les plus anciens (le Briovérien *s.l.*) sont représentés par des accumulations en milieu marin de plusieurs centaines de mètres de sables et d'argiles dont la compaction a abouti aux grès immatures et siltites-argilites visibles actuellement. Cette sédimentation détritique, initiée au Néoprotérozoïque s'est prolongée jusqu'au début du Cambrien avec la mise en place de plus en plus en plus marquée, à l'approche des synclinaux paléozoïques, de faciès quartzitiques proches de ceux de l'Ordovicien.

Après une période d'émersion supposée au Cambrien moyen et supérieur (lacune sédimentaire), on assiste au début de l'Ordovicien au dépôt dans des petits bassins d'effondrements des « séries rouges » de la formation de Pont-Réan, d'origine continentale à épicontinentale. Elles annoncent la grande transgression marine arénigienne caractérisée dans toute la région par la mise en place en domaine marin littoral de matériaux détritiques sableux : le Grès armoricain.

Progressivement et jusqu'au Llandeilo terminal, le milieu de sédimentation, toujours en contexte de plate-forme littoral, devient de plus en plus distal, les apports sableux sont de plus en plus réduits, et laissent la place à des boues et des silts : les schistes ardoisiers d'Angers – Traveusot.

Au cours du Caradoc et de l'Ashgill, on assiste à une nouvelle phase de régression, importante dans toute la région mais réduite ici au Caradoc. Elle entraîne un abaissement du niveau marin et le retour à des dépôts plus sableux (grès du Châtellier).

Alors que cette sédimentation sableuse se poursuit au Nord, la période ashgillienne marque sur Craon le retour à des conditions de sédimentation beaucoup plus calmes propices au dépôt de matériaux fins argilo-silteux : les schistes de Riadan-Renazé. La période caractérisant la fin de l'Ordovicien et le début du Silurien se marque ici sur Craon par le retour à une sédimentation plus

rythmée, une subsidence du bassin marin plus marquée, avec une succession de dépôts grossiers gréseux et fins argileux (ampélites). Le Silurien ampélitique, discret sur Craon, marque la fin de l'histoire paléozoïque de cette zone qui émerge sous les effets des premiers contrecoups de la mise en place de la chaîne varisque. Le paysage va connaître de profondes modifications sous les effets de l'érosion avec notamment un aplanissement des reliefs.

Dès la limite dévono-carbonifère, et principalement au Tournaisien-Viséen, la région est soumise à d'intenses mouvements tectoniques (décrochements majeurs, fonctionnement du cisaillement nord-armoricain), à une intense activité magmatique acide et basique au Nord-Est de la région de Craon (champ filonien doléritique au Nord et dans le bassin de Laval ; leucogranite du Pertre ; volcanites d'Entrammes) à laquelle il faut associer sur ce secteur le granite de Craon, intrusif dans les terrains précambriens.

C'est au cours de cette période tournaisienne-viséenne que va s'individualiser au Nord de Craon le bassin de Laval qui ne cessera d'évoluer jusqu'au Stéphanien avec différents stades de comblement et d'ouverture.

L'ensemble de la région est entre le Namurien inférieur et le Stéphanien affecté par une phase majeure de plissement (orogénèse varisque) à l'origine de la structuration de l'ensemble des terrains et notamment des synclinaux de Martigné-Ferchaud et de Segré.

La région de Craon, émergée depuis le Silurien continue à subir les effets de l'altération et de l'érosion continentale durant tout le Trias, le Jurassique, et le Crétacé inférieur, sans qu'aucun témoin n'en soit pour autant préservé.

Il faut attendre le Crétacé supérieur pour assister à un retour dans la région de la mer avec la transgression cénomaniennne, dont les traces, absentes sur Craon, sont visibles sur les secteurs de Laval, Mayenne, Château-Gontier, Le Lion-d'Angers, et La Guerche-de-Bretagne. Les études réalisées sur ces secteurs laissent entrevoir l'appartenance d'une partie des grands placages sableux présents sur Craon au Cénomanienn.

La mer se retire définitivement de toute la région à la fin du Cénomanienn. Au cours du Tertiaire, des petits fossés d'effondrement s'individualisent ou se consolident avec d'importants dépôts de sables et graviers résultant de la reprise de matériaux préexistants. Le milieu est continental, fluvial, lacustre à marécageux, sous un climat chaud et humide ou sec favorisant les processus de latéritisation-ferruginisation (roussard) et de silicification (dalle gréseuse, silcrète).

Au cours du Quaternaire, l'altération et l'érosion des roches se poursuivent, en particulier sous les effets des périodes glaciaires et interglaciaires qui vont s'y

succéder et faciliter la formation de dépôts de colluvions et de solifluxion. C'est enfin au cours de cette période que vont se mettre en place les principales couches de limon.

ABSTRACT

The 1:50,000 Craon map area covers parts of the Mayenne and Maine-et-Loire departments in the Pays-de-la-Loire region. Geologically, it lies in the central-eastern part of the Armorican Massif, within the Central Brittany unit or Central Armorican domain. The latter, bounded to the north by the North Armorican shearzone (CNA), is mostly composed of terrigenous detrital sedimentary rocks and minor granite.

The highly contrasting landscape of the map area is caused by the diversity of the underlying rocks. The geological history of the region covers almost 600 million years, from the Precambrian until the Quaternary.

The oldest rocks, Brioverian s.l., consist of several hundred metres of marine sand and clay, compacted into the immature sandstone and silty claystone observed today. This detrital sedimentation started during the Neoproterozoic and continued until the early Cambrian, with an increasingly marked deposition of quartzitic rocks similar to those of the Ordovician, heralding the advent of the Paleozoic synclines.

During the Middle and Late Cambrian the area was probably above baselevel, as shown by a sedimentary hiatus. With the start of the Ordovician, several small subsiding basins started receiving the continental to epicontinental "Red Series" deposits of the Pont-Réan formation. This announced the great marine transgression during the Arenig, characterized everywhere in the region by the deposition of sandy sediments in a littoral environment, the Armorican Sandstone.

Progressively and until the end of the Llandeilo, the sedimentary environment became increasingly distal, though remaining in a littoral platform setting. The input of sandy material decreased, making place for mud and silt influx that today forms the Angers-Traveusot slate deposits.

During the Caradoc and Ashgill a new regressive phase was felt throughout the region, but in the map area it was restricted to the Caradoc. The result was lowering of the sea level and a return of more sandy deposits, here the Châtellier Sandstone.

Though this sandy sedimentation continued farther north, the Craon map area saw a return to much calmer sedimentary conditions during the Ashgill, leading

to deposition of clayey-silty material, now the Riadan-Renazé schist. Here, too, the period covering the end of the Ordovician and the early Silurian was characterized by a return to a more markedly rhythmic sedimentation, with successive coarse sandy and fine clayey deposits in a subsiding marine basin. Silurian "ampelite" (black carbonaceous shale), little exposed in the Craon map area, marked the end of Paleozoic history in the area, which subsequently rose above baselevel under the influence of the Variscan tectonics. After this, the landscape was strongly modified by the effects of erosion and peneplanation.

By the end of the Devonian and the beginning of the Carboniferous, and especially during the Tournaisian-Viséan, the region was affected by intense tectonic movement (major strike-slip faulting and movement along the North Armorican shearzone) as well as by intense basic and acid magmatic activity in the north-east of the Craon region. Remnants of this activity are the dolerite-dyke swarm in the north and in the Laval Basin, the Pertre leucogranite, and the Entrammes volcanic rocks. To this should be added the Craon granite that intrudes Precambrian rocks in the map area.

The Laval Basin was created during this Tournaisian-Viséan period, which further evolved until Stephanian times with various stages of opening and infilling.

Between the Early Namurian and the Stephanian, the entire region was affected by a major folding phase-the Variscan orogeny-that structured all pre-existing rocks and in particular created the Martigné-Ferchaud and Segré synclines.

The Craon region, which was emerged since the Silurian, continued to be affected by weathering and continental erosion during all of the Trias, Jurassic and Early Cretaceous, even though no witnesses of such activity have been preserved.

It was not until the Late Cretaceous that the sea returned to the region with the Cenomanian transgression, traces of which, though absent in the Craon map area, can be seen in the Laval, Mayenne, Château-Gontier, Lion-d'Angers, and Guerche-de-Bretagne areas. Study of these areas has shown that at least part of the great sand cover found in the Craon area probably belongs to such Cenomanian deposits.

By the end of the Cenomanian, the sea disappeared for good from the entire region. Small subsidence graben were created or consolidated during the Tertiary, filled with thick sand and gravel deposits resulting from the reworking of older material. The environment was continental, fluvial, and lacustrine to swampy, in a hot and humid climate that favoured lateritization-ferruginization

(the “Roussard” deposits of ferruginous sandstone) and silicification processes that created silcrete pavements.

During the Quaternary, weathering and erosion of the rocks continued, in particular under the effects of successive glacial and inter-glacial periods that created colluvial deposits and solifluction phenomena. The main silt deposits found in the map area were created during the same period.

INTRODUCTION

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La feuille à 1/50 000 de Craon est localisée dans la région des « Pays de la Loire », à cheval sur les départements de la Mayenne (53) (2/3 nord de la carte) et du Maine-et-Loire (49). Elle se situe dans la région naturelle du Haut-Anjou.

La partie mayennaise appartient à la Mayenne dite « angevine » (tiers sud du département de la Mayenne) qui se décompose en deux pays « traditionnels », le « Craonnais » ou pays de Craon, et le pays de Château-Gontier. La partie du Maine-et-Loire présente sur cette coupure se rattache au pays du Haut-Anjou segréen dénommé également « Anjou bleu, pays segréen », en référence aux carrières d'ardoise locales.

La coupure de Craon est couverte par les coupures IGN n° 1420 Craon au 1/50 000 de la série orange et Craon au 1/25 000 Ouest n° 1420 W et Chemazé n° 1420 E de la série bleue.

Outre Craon, les principales communes présentes sont Renazé, Noyant-la-Gravoyère et Bazouges – Château-Gontier (faubourgs ouest de la ville).

RELIEF

Cette zone située dans les Pays de la Loire conserve encore un paysage très proche de celui du bocage normand, notamment en Mayenne, avec de nombreuses parcelles de taille variable, plus ou moins remembrées et bordées de haies. Dans la partie sud de la carte, en dehors des zones à couvert forestier, ces parcelles tendent à augmenter en taille en relation avec le développement des cultures céréalières.

Même si les différences d'altitude ne sont pas très marquées, les paysages y sont relativement contrastés avec pour la majeure partie « mayennaise » une succession de collines à pentes modérées, de grandes étendues plus ou moins planes à couverture de limons, d'altérites, ou de sables et graviers, notamment entre Craon et Bazouges – Château-Gontier. Le tout est entrecoupé de quelques zones en dépression, en particulier autour de Craon. Quelques secteurs plus accidentés sont observables au voisinage des cours d'eau notamment en bordure de l'Oudon, de l'Usure, et de l'Hière. La partie de terrains située au Sud d'une ligne Saint-Martin-du-Limet – Bouchamps-lès-Craon – Montguillon apparaît par contre nettement plus contrastée avec une succession de barres rocheuses orientées NW-SE depuis Saint-Martin-du-Limet (en Mayenne) à l'Ouest, à Montguillon au Sud-Est, et correspondant au Grès armoricain. Ces barres gréseuses sont séparées par des vallées plus ou moins encaissées, à dénivelés très

variables, modérés à forts selon que l'on soit au sein des terrains paléozoïques ou à proximité du contact avec les formations néoprotérozoïques. Les zones les plus accidentées se situent aux abords des rivières telles que l'Oudon, l'Araize, le Chéran, la Sazée, ou des ruisseaux tels que ceux de Misengrain, de Beauchêne, de Montguillon.

Les altitudes oscillent entre 50 et 80 m en moyenne dans la moitié nord, pour 60 à 105 m en moyenne dans la moitié sud. Ce contraste de paysages entre le Nord et le Sud est loin d'être anodin. Il est directement lié à la nature des formations géologiques présentes, ainsi qu'aux différents phénomènes structuraux, en particulier les grands accidents, ayant affecté ces ensembles. La partie nord ou « Mayenne angevine » est principalement occupée par les terrains silto-gréseux du Néoprotérozoïque supérieur (à Cambrien), alors qu'au Sud les formations présentes constituant les synclinaux de Martigné-Ferchaud et de Segré, sont à rattacher au Paléozoïque (Ordovicien à Silurien). Les principales barres NW-SE traversant et dominant la région sont directement associées à la formation du Grès armoricain d'âge ordovicien. On peut noter également à l'approche du contact entre le domaine paléozoïque au Sud et le domaine néoprotérozoïque au Nord, la présence de plus en plus importante dans ce dernier de petites barres rocheuses en relief liées à des horizons de grès-quartzites fortement indurés (exemple : forêt de Ballots et au Nord de Chérancé).

Dans la partie est de la carte, les grandes étendues planes s'étendant sur près de 6 km de large et 12 km de long depuis Chemazé au Sud jusqu'à Loigné-sur-Mayenne au Nord (et au-delà jusqu'à Laval et Mayenne) correspondent à des anciennes surfaces à substratum néoprotérozoïque en général très fortement altéré et sur lesquelles reposent de vastes épandages de sables et graviers traditionnellement attribués au Pliocène.

Les différentes phases de déformation ayant affecté la région au cours des temps jouent également un rôle très important dans la structuration du paysage avec dans le Paléozoïque une alternance de barres en relief et de vallées plus ou moins encaissées directement liée à la succession de synclinaux et d'anticlinaux. Les grands accidents cassants ont également joué un rôle important, bien marqué dans le Paléozoïque, avec des jeux de failles décrochantes de directions variées, N45 °E à N70 °E, N100 °E à N130 °E, N160 °E à N170 °E, entraînant des rejets et des décalages de couches de plusieurs dizaines de mètres notamment entre Nyoiseau et Noyant-la-Gravoyère. Le dessin actuel du réseau hydrographique est non seulement conditionné par la nature des terrains traversés mais également par ces structures tectoniques plissées ou faillées.

Ces différences au niveau relief ont une influence très nette au niveau de l'économie locale, notamment de l'agriculture, les zones à fort relief, en particulier au niveau du Grès armoricain, étant principalement occupées par des massifs forestiers ou par des herbages pour l'élevage (bovins, ovins), alors que

les secteurs à relief modéré voire plat sont consacrés à la culture (maïs d'ensilage ou en grain, blé, orge, avoine, colza, pois, sorgo).

HYDROGRAPHIE

Le territoire couvert par la feuille de Craon est principalement alimenté par le bassin de l'Oudon d'une superficie de près de 1 310 km². Cette rivière qui prend sa source à 192 m d'altitude à La Gravelle à une trentaine de kilomètres au Nord sur la feuille de Laval, traverse les feuilles de Cossé-le-Vivien et de Craon, en y décrivant de nombreux lacets. Elle se jette plus au Sud à hauteur du Lion-d'Angers dans la rivière Mayenne à une altitude de 15 m. Elle arrose au passage les villes de Craon, Chérancé, Châtelais, Nyoiseau, et Segré au Sud où son débit moyen est de l'ordre de 9 m³/s avec des fluctuations saisonnières assez importantes (16,5 à 25,9 m³/s en hiver ; jusqu'à 0,526 m³/s en été). Ses principaux affluents sont ici, en rive droite, l'Usure passant à Niaffles, le Chéran coulant aux pieds de Renazé, l'Araize qui se jette dans l'Oudon au Nord de Nyoiseau, le ruisseau de Misengrain et, en rive gauche, l'Hière qui arrose Chérancé, et le bassin amont de la Sazée.

La ligne de crête passant à l'Est de la carte, de Molières au Sud, à Chemazé jusqu'au bois des Rouillères au Nord (entre Loigné-sur-Mayenne et Marigné-Beuton) marque la limite de partage entre le bassin de l'Oudon à l'Ouest et celui de la Mayenne à l'Est. Ce dernier est représenté ici au Nord-Est par les ruisseaux du Bouillon et de la Chardonnière. Ce réseau hydrographique apparaît plus ou moins bien contrôlé par la nature lithologique des différents ensembles, relativement lâche et sans contrôle net dans les terrains protérozoïques, avec des rivières et ruisseaux serpentant au travers des schistes et grès. Il est par contre nettement mieux structuré dans les terrains paléozoïques avec des cours d'eau fréquemment parallèles aux structures primaires (Chéran, Araize, ruisseaux des Dagueries, de Misengrain, etc.).

Le contrôle structural apparaît bien marqué avec un alignement régulier (par tronçon) des rivières et ruisseaux selon des directions majeures N45 °E à N70 °E, N100 °E à N130 °E, N160 °E à N170 °E, correspondant aux grandes directions de fracturation relevées sur cette carte.

CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL – PRÉSENTATION DE LA CARTE

La région de Craon se situe dans le Centre-Est du Massif armoricain. Elle fait partie intégrante de l'unité de Bretagne centrale ou Domaine centre-armoricain, délimitée au Nord par le cisaillement nord-armoricain (CNA) qui la sépare du domaine nord-armoricain, et au Sud par le cisaillement sud-armoricain (CSA) qui la sépare du domaine ligérien (Chauris *et al.*, 1956 ; Cogné, 1972 ;

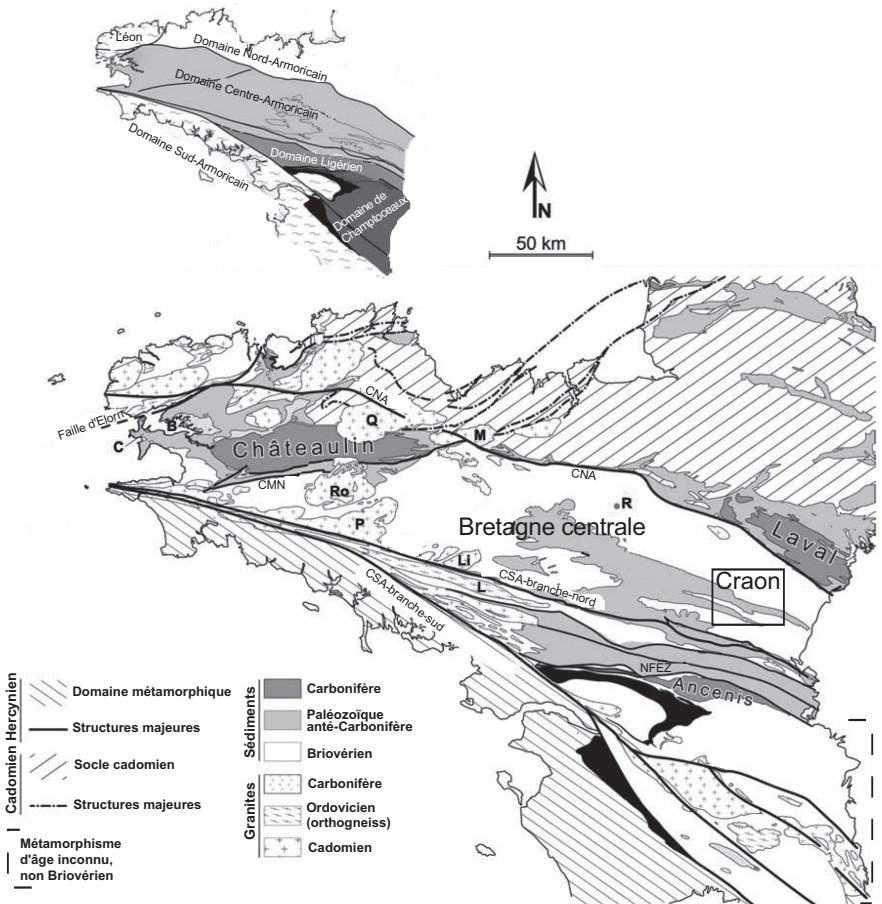


Fig. 1 - Localisation géographique et géologique de la feuille de Craon (d'après Gumiaux, 2003 ; modifié). M : Montcontour ; R : Rennes ; Q : Quentin ; Ro : Rostrenen ; P : Pontivy ; C : Crozon ; Li : Lizio ; L : Lanvaux ; B : Brest ; CNA : cisaillement nord-armoricain ; CSA : cisaillement sud-armoricain ; CMN : cisaillement des Montagnes noires ; FNE : faille de Nort/Erdre

Chantraine, 1989, *et al.*, 1982, 1986, 1988, 1989 ; Le Corre *et al.*, 1991, Hébert, 1993, Gumiaux, 2003, *et al.*, 2004) (fig. 1).

Ce domaine centre-armoricain est à l'échelle régionale composé de terrains paléozoïques épicontinentaux reposant sur les formations du Néoprotérozoïque. Ces formations sont affectées par des déformations et une granitisation varisque croissantes d'Est en Ouest.

La zone d'étude peut être subdivisée en deux parties bien distinctes, selon une diagonale NW-SE :

– une grande moitié nord-est (au Nord d'une ligne passant par Saint-Sauveur-de-Flée – Saint-Quentin-les-Anges et le Sud de La Selle-Craonnaise) constituée de terrains d'âge néoprotérozoïque à tardi-néoprotérozoïque, sédimentaires détritiques et marins constituant le « Briovérien » (*cf.* schéma structural). Ils sont représentés par des siltites à caractère plus ou moins ardoisier, des grès et grauweekes, et des niveaux de grès-quartzites, ces derniers devenant de plus en plus abondants du Nord vers le Sud. Ces niveaux sont affectés par des plis synschisteux d'amplitude régionale liés à l'orogénèse varisque et sont ponctuellement, entre Pommerieux et Laigné, recoupés par des petits massifs acides (« granite de Craon »), engendrant un métamorphisme de contact. La fracturation y est développée et soulignée par de nombreux filons et filonnets de quartz.

Aucun horizon marqueur caractéristique tel que les conglomérats, présents plus au Nord dans le domaine mancennien (feuille Mayenne), ou à l'Ouest (conglomérats de Gourin ; feuilles Chateaubriant et La Guerche-de-Bretagne), où les niveaux phtanitiques représentatifs du Briovérien inférieur, n'a été décelé dans ce secteur. En l'absence de ces derniers, ces terrains sont maintenant clairement admis sur le plan régional comme appartenant au Briovérien supérieur « post-phtanitique » voire Cambrien inférieur (*cf.* paragraphe « âge de ces formations ») ;

– une partie sud-ouest, sédimentaire, constituée en majeure partie d'importants horizons de grès-quartzites blancs, localement accompagnés de niveaux de minerai de fer, et d'importantes couches de schistes, en particulier ardoisiers, ayant fait l'objet d'une intense exploitation encore au siècle dernier. Ces terrains sont attribués au Paléozoïque et s'étagent depuis l'Ordovicien jusqu'au Silurien. Ils sont affectés par des plis synschisteux d'amplitude régionale liés à la tectonique varisque, à l'origine des synclinaux de Martigné-Ferchaud et de Segré. Ces horizons schisto-gréseux reposent sans discordance majeure (discordance cartographique) sur les formations briovériennes situées en bordure de ces synclinaux et à tout point de vue identiques à celles présentes dans la moitié nord-est.

Ces formations sédimentaires paléozoïques et surtout protérozoïques sont dans la moitié est de la carte fréquemment surmontées par des horizons de sables,

graviers et galets localisés préférentiellement sur les surfaces hautes et planes (communes de Chemazé, Ampoigné, Laigné, Marigné-Peuton). La puissance et l'extension de ces dépôts fluvio-marins (?) est extrêmement variable, passant du simple placage résiduel à de vastes cuvettes dont la puissance peut atteindre une dizaine de mètres et donner lieu à des exploitations.

Traditionnellement attribué au Pliocène, l'âge de ces sables et graviers demeure encore à l'heure actuelle très incertain, avec d'après les observations faites plus au Nord dans la région de Mayenne sur des niveaux similaires (découverte d'argiles de base à faune du Crétacé supérieur ; carte Mayenne, Vernhet *et al.*, 2009), la possibilité d'envisager un âge basal pro-parte cénomanien supérieur.

Outre les formations schisteuses et gréseuses néoprotéro-paléozoïques, cette région se caractérise par l'abondance des formations superficielles et d'altération, issues du démantèlement et de l'érosion des roches primaires au cours du Tertiaire mais également certainement bien avant, dès le Paléozoïque supérieur. Les affleurements de roches saines sont relativement restreints, plus fréquents dans le Paléozoïque et principalement localisés dans les zones encaissées en bordure des rivières. Ailleurs, la surface est surtout occupée par des altérites, plus ou moins évoluées, fragmentées à argileuses, nettement plus abondantes dans le Néoprotérozoïque. Outre les altérites, on observe également sur toute la région d'importants dépôts de pente issus de la solifluxion et du colluvionnement des matériaux au cours des dernières glaciations (Quaternaire), des terrasses alluviales plus ou moins développées, et des placages limoneux à lœssiques occupant les surfaces planes et les versants est des collines.

TRAVAUX ANTÉRIEURS

La première couverture géologique de cette région de Craon a été réalisée en 1837 par É. Blavier (carte du département de la Mayenne) et en 1845 par H. Montmarin, L. Le Chatellier et M. Cacarrié (carte du département du Maine-et-Loire).

La carte de Craon à 1/50 000 est couverte par la coupure à 1/80 000 de Château-Gontier n° 91, réalisée en 1895 par L. Bureau *et al.*, réimprimée en 1941 et ayant fait l'objet d'une 3^e édition en 1967 par E. Raguin *et al.*

Sur la dernière version de Château-Gontier à 1/80 000, les grands ensembles sédimentaires précambrien et paléozoïque figurant sur cette zone d'étude sont très clairement identifiés, bien subdivisés au niveau du Paléozoïque avec une distinction très précise entre les formations ordoviciennes et siluriennes et une terminologie ancienne mais parlante basée sur la faune (« schistes à calymènes », etc.). La cartographie des terrains ordoviciens ici présents est très

détaillée, tant pour les formations de base (formation de Pont-Réan) que pour les niveaux intermédiaires (Schistes intermédiaires du Grès armoricain, Grès du Châtelier) dans un contexte où les affleurements sont restreints et les recouvrements, notamment forestiers, importants.

Le domaine du Précambrien (Néoprotérozoïque) reste par contre comme sur la majorité des cartes de l'époque, totalement indifférencié lithologiquement, l'ensemble des faciès (siltites, grès) étant regroupé sous l'appellation de « schistes de Rennes », notés X.

Les formations sableuses sont, pour les plus importantes, indiquées, notamment celles présentes à l'Est de la carte, alors que les formations alluviales modernes et anciennes, si elles sont figurées, restent incomplètes. Les terrains dits « superficiels et d'altération » que l'on considère maintenant depuis plusieurs années comme fondamentaux au niveau économique (formations dites « de pente », limons, altérites, etc.) sont inexistantes.

Enfin, les petits pointements granitiques constituant le « granite de Craon » et les nombreux filons de quartz présents sur cette zone ne sont pas distingués.

Au niveau métamorphisme et structural, les observations sont limitées, quasi-absentes pour ce qui est du métamorphisme en général, et réduites au niveau structural à la représentation d'antiformes et de synformes dans le Paléozoïque (synclinaux de Martigné-Ferchaud et de Segré) et de quelques failles affectant essentiellement les terrains primaires.

Depuis cette édition à 1/80 000, les connaissances sur la géologie de la région ont fortement évolué, tant au niveau lithostratigraphique, que chronologique ou structural, notamment grâce aux levés des cartes géologiques à 1/50 000 réalisés dans le cadre du programme national de cartographie de la France par le BRGM. On citera parmi celles-ci celles de Meslay-du-Maine (Manigault *et al.*, 1987), de La Guerche-de-Bretagne (Trautmann *et al.*, 1997), de Châteaubriand (Herroin *et al.*, 1990), de Janzé (Trautmann, 1994), de Château-Gontier (Brossé *et al.*, 1988), de Bain-de-Bretagne (Dadet *et al.*, 1987), de Segré (Janjou *et al.*, 1998), de Rennes (Trautmann *et al.*, 2000), d'Évron (Mary *et al.*, 1987), et de Cossé-le-Vivien (Vernhet *et al.*, 2009). Plusieurs études ont dans le même temps contribué à faire évoluer les idées telles que celles de J. Cogné (1972), C. Le Corre (1976, 1977), C. Le Corre *et al.* (1991), J. Chantraine *et al.* (1982, 1986, 1988) pour le Briovérien ; J. Guérangé *et al.* (1983, 1984) pour le granite de Craon ; M. Robardet (2003), J. Plaine (1976), C. Le Corre (1976), F. Paris *et al.* (1981, 1986), Y. Alix (1966, *et al.*, 1967), P. Morzadec *et al.* (1977) pour le Paléozoïque ; de J. Estéoule-Choux *et al.* (1968, 1986), S. Durand *et al.* (1960, 1973), L. Fleury *et al.* (1989), et M.F. Ollivier-Pierre *et al.* (1963, 1988, 1993) pour les formations tertiaires et superficielles ; de C. Guerrot *et al.* (1989, 1992, 1994, *in* Trautmann *et al.*, 2002), P. Vidal (1980) et J.L. Bonjour (1988, *et al.*,

1987) pour la géochronologie ; et de D. Berthé *et al.* (1979), P. Jégouzo (1980), D. Gapais *et al.* (1980), B. Goré *et al.* (1987), C. Le Corre *et al.* (1991), C. Gumiaux (2003, *et al.*, 2004), M. Faure *et al.* (2005), et M. Ballèvre (2008) pour la tectonique.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

La carte de Craon n° 390 a été élaborée dans le cadre du programme national de lever de la carte géologique de la France à l'échelle du 1/50 000 confié par l'État au BRGM.

Les principales difficultés rencontrées lors du lever de cette feuille portent principalement sur les conditions d'affleurement et le contexte géologique.

Les conditions d'affleurement sont dans l'ensemble médiocres, la roche « saine » n'apparaissant que de façon très disparate notamment au niveau des vallées très encaissées. Les roches du Néoprotérozoïque sont majoritairement altérées, à l'état de fragments altérés disséminés dans les champs, ou intégralement argilisées, notamment autour de Craon et dans le coin sud-est de la carte.

Les terrains paléozoïques sont en général moins décomposés, avec quelques belles zones affleurantes dans les secteurs en relief, mais sont le plus souvent à l'état fragmenté et plus ou moins argilisés.

L'identification de ces terrains altérés, en particulier dans le Briovérien, a nécessité d'effectuer un lever géologique avec une maille d'observation relativement serrée qui a pu être réalisé grâce à la forte densité de champs cultivés. Les zones à recouvrement terrigène (limons, alluvions, colluvions) mais surtout végétal (paturages, marécages, massifs forestiers) ont également posé quelques problèmes notamment dans le massif forestier de Craon au Sud de Ballots en contexte briovérien, et dans celui de Combrée (forêt d'Ombree) en contexte paléozoïque. Les travaux d'aménagement de la D 775 (passage en 2 x 2 voies) en limite de forêt entre Combrée et Vergognes ont livré dans ce secteur quelques coupes permettant d'affiner les contours.

La cartographie dite « *en pierres volantes* » dans les labours a constitué la principale source d'information. Celle-ci a pu être contrôlée et validée par des points de calage obtenus par exemple dans les talus, fossés de routes, ou bordures de rivières.

Contexte géologique

La limite entre les deux grands ensembles néoprotérozoïque et paléozoïque apparaît globalement relativement bien contrastée sur le terrain, avec le passage des alternances silto-gréseuses du Briovérien au Grès armoricain.

Dans le détail, ce passage est en fait beaucoup plus complexe à saisir, la transition s'effectuant par l'intermédiaire d'un horizon ordovicien également silto-gréseux, vert à rougeâtre, la formation de Pont-Réan, en général très altéré, argilisé et masqué par les éboulis de Grès armoricain. Même si celle-ci a clairement été identifiée sur le terrain, la limite figurée sur la carte avec les terrains briovériens d'une part et le Grès armoricain d'autre part reste sujette à caution.

Au sein même du Paléozoïque, les distinctions entre les différentes formations schisteuses d'Angers – Traveusot et de Riadan – Renazé ne sont réellement concevables qu'en présence de l'intercalation gréseuse constituée par les grès du Châtellier. En l'absence de ceux-ci, les critères de reconnaissance spécifiques à chacun de ces horizons schisteux ne sont pas suffisamment contrastés pour que l'on puisse réellement les dissocier sur le terrain. C'est notamment le cas dans la partie est de la carte où, en l'absence des grès du Châtellier, les schistes de Riadan – Renazé, individualisés à l'Est sur la feuille de Château-Gontier, n'ont pu être distingués (absence ou lacune d'observation ? *cf.* description des terrains). Si les limites entre les terrains ordoviciens et siluriens sont bien tranchées, les distinctions faites à l'Est (feuille Château-Gontier) comme à l'Ouest (feuille Châteaubriant) au sein du Silurien (Silurien gréseux et ampéliteux) n'ont pu être effectuées en raison des conditions d'affleurements plus que médiocres. Les terrains siluriens sont localisés en sommet de plateaux, très fortement altérés et représentés par de vastes épandages de grès et quartzites, dépourvus de traces de siltites et d'ampélites.

Pour le Briovérien, la difficulté majeure rencontrée réside dans l'état d'altération de ces roches, en général très évolué, et ne permettant pas de suivre en continu les différents niveaux. La structuration de ces différentes couches a néanmoins pu être définie même s'il peut y avoir quelques incertitudes au niveau de la précision du contact entre siltites et grès-grauwackes.

Enfin, outre les formations superficielles déjà évoquées précédemment, les limites exactes des horizons sablo-graveleux, fortement développés à l'Est, ont été tracées avec le plus de précision possible mais tout en gardant une marge d'incertitude étant donné la facilité qu'ont ces terrains à se répandre sur les versants et à masquer les niveaux paléo ou protérozoïques.

Contexte humain

En l'absence de projets sensibles sur cette zone (travaux routiers, ferrés, ligne THT, etc.), aucune difficulté n'a été rencontrée sur le terrain. Le lever de cette carte a pu être mené à bien sans aucun problème notamment grâce à la coopération des différents responsables municipaux rencontrés et à l'accueil de la population, en particulier des nombreux agriculteurs avec lesquels nous avons pu discuter et qu'il faut remercier.

APPORTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES DES NOUVEAUX LEVERS

Les levers réalisés sur cette feuille de Craon ont, par rapport aux tracés figurés sur la couverture géologique à 1/80 000 de Château-Gontier, permis de réactualiser et d'affiner les connaissances géologiques de ce secteur. De nombreuses améliorations y ont été apportées, tant sur la nature que sur la distribution des terrains déjà connus, d'en améliorer les contours et surtout d'identifier et de cartographier de nouvelles formations jusqu'à présent non représentées, en particulier au niveau des formations superficielles et d'altération. Concernant ces dernières, vu l'intérêt non seulement scientifique mais également, et de plus en plus, économique qu'elles peuvent avoir (aménagement du territoire, problématique « retrait-gonflement des argiles », plan d'épandages en agriculture etc.), les différents substrats ici présents, néoprotérozoïque et paléozoïque, ont été cartographiés et figurés selon trois critères en fonction de leur degré d'altération (cf. légende carte) :

- la roche est saine, avec des affleurements massifs et compacts : la notation attribuée reste standard aux normes utilisées normalement (exemple : b2 pour le Briovérien) ;
- la roche est altérée, fragmentée, à l'état de pierres volantes éparpillées, mais encore parfaitement identifiable : la notation standard est alors suivie de la lettre *ℳ*. Le Briovérien b2 à l'état altéré, fragmenté est alors noté b2 $\mathcal{M}$ (ex : b2G $\mathcal{M}$) ;
- la roche est totalement désagrégée, argilisée, réduite à l'état de fragments millimétriques argileux dans une matrice argileuse brune : la notion d'altérite évoluée est précisée par la lettre *ℳ* précédant la notation standard. Le Briovérien argilisé b2 est alors noté $\mathcal{M}$ b2.

Ce système de notation mis en place est **valable pour l'ensemble des terrains** présents sur cette carte. Il est dans la continuité de ce qui a été réalisé au Nord sur la feuille de Cossé-le-Vivien et permet ainsi d'avoir une vue d'ensemble plus précise de la répartition de ces formations.

Toujours au niveau de la lithostratigraphie, le substratum néoprotérozoïque a fait l'objet d'une cartographie détaillée permettant de distinguer différents faciès lithologiques, silteux, grauwakeux et grés-quartzitiques, jusqu'à présent non individualisés sur cette zone. Malgré les zones altérées, cette cartographie donne une image cohérente de la structuration du Briovérien et de ses relations avec les entités géologiques sus-jacentes notamment les formations du Paléozoïque et les épandages de sables et graviers « pliocènes ». Elle fait en particulier ressortir une structuration du Briovérien selon des directions sensiblement identiques à celles du Paléozoïque, et l'existence d'une discordance cartographique mineure purement sédimentaire entre le Briovérien et les terrains paléozoïques.

Cette cartographie détaillée a également permis de préciser la répartition du « granite de Craon » et l'importance de l'auréole de métamorphisme de contact qu'il a développé. Une première approche de ces terrains, absents sur la carte à 1/80 000 de Château-Gontier, avait déjà été réalisée en 1983-1984 par B. Guérangé *et al.* dans le cadre d'une recherche menée pour le compte du CEA (*cf.* descriptions des terrains).

Pour les terrains paléozoïques, les contours des différentes formations ordoviciennes et siluriennes ont été largement précisés et affinés, notamment au niveau de la formation de Pont-Réan dont l'extension par rapport aux terrains briovériens est apparue localement sous-estimée sur la carte à 1/80 000, notamment au niveau des fermetures des structures paléozoïques sur Saint-Martin-du-Limet et sur Saint-Quentin-les-Anges. Le contact entre cette formation et le Grès armoricain sus-jacent a été en plusieurs points observé et précisé. Il fait apparaître ponctuellement un changement brutal dans le régime sédimentaire et le passage de siltites vertes à violacées très argileuses à des micro-conglomérats à conglomérats à galets de quartz à matrice sableuse.

Concernant les corps intrusifs et filons divers, ils se limitent au « granite de Craon » et aux filons de quartz. Ces derniers sont, comme au Nord sur la feuille de Cossé-le-Vivien, abondants, en particulier dans le domaine néoprotérozoïque. Ils constituent d'excellents indicateurs pour la caractérisation des déformations ainsi que pour la recherche de minéralisations en domaine hydrothermal, notamment dans la zone aurifère des « Miaules » localisée au Nord sur les communes de Livré, Athée (Cossé-le-Vivien), Simplé, Ampoigné et Bazouges (*cf.* minéralisations).

Enfin au niveau des formations sablo-graveleuses, si les plus importantes ont déjà été reconnues, notamment à l'Est entre Chemazé (au Sud) et jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres au Nord (région de Mayenne), leurs répartitions et leurs extensions ont été précisées. De nouveaux dépôts de dimension et de puissance variables ont été reconnus, aussi bien sur substratum briovérien que paléozoïque, en particulier sur ou en contrebas des barres de Grès armoricain. Ces concentrations sont similaires à celles identifiées en dehors de cette carte, au

Nord comme à l'Est, composées de sables rougeâtres à concentrations de graviers et galets avec quelques indurations ferrugineuses. L'âge de ces niveaux reste, vu leur caractère azoïque, toujours discuté, situé entre le Cénomanién supérieur et le Pliocène (*cf.* cartes de Mayenne et Cossé-le-Vivien ; Vernhet *et al.*, 2009).

Sur le plan métamorphique et structural, cette étude a confirmé les observations faites sur les feuilles 1/50 000 voisines, à savoir l'existence :

- d'une discordance mineure entre le Briovérien et le Paléozoïque, visible au niveau cartographique, de l'ordre de quelques degrés (en dehors des fermetures des structures paléozoïques), et correspondant à la transgression ordovicienne sur le socle néoprotérozoïque ;

- d'une évolution en apparence continue de la tectonique hercynienne marquée dans toute la région par le jeu dextre de grands cisaillements (CNA au Nord et CSA au Sud), par une phase de plissement majeure synschisteuse accompagnée d'un métamorphisme de faible intensité et touchant l'ensemble des formations de Bretagne centrale, et la mise en place de granites syntectoniques, dont le granite du Pertre mais probablement aussi des petits massifs comme celui de Craon. Elle a permis de préciser la cartographie des différentes structures synclinales de Martigné-Ferchaud et de Segré.

Sur le plan fracturation, les levés réalisés sur ce secteur ont permis de mettre en évidence des directions majeures de fracturation, notamment N45° à N70 °E, N100° à N130 °E, N160° à N170 °E, caractérisées par des failles ou grands accidents à rejets variables, engendrant d'importants décalages cartographiques des couches, et fréquemment accompagnés et soulignés par des filons quartzeux.

Au niveau des minéralisations, la cartographie du secteur aurifère des Miaules réalisée au Nord sur la feuille de Cossé-le-Vivien (secteurs de Ballots, Athée, Livré) a été prolongée sur Craon depuis Athée (limite nord de la carte) jusqu'à Château-Gontier, avec l'observation de quelques anciens travaux de recherches et d'exploitation de l'époque gallo-romaine, auxquels sont associés quelques filonnets de quartz.

Les minéralisations en fer localisées dans le Grès armoricain ont également été suivies ponctuellement, notamment grâce aux anciens travaux de recherches effectués aux cours des deux derniers siècles mais également des traces des anciennes forges retrouvées au voisinage de ces indices.

DESCRIPTION DES TERRAINS

NÉOPROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR À CAMBRIEN

Briovérien

Rappel

Le terme de Briovérien a été introduit par C. Barrois en 1899 pour désigner l'ensemble des terrains azoïques situés sous la discordance du Cambrien de la Mancellia (domaine nord-armoricain) (*cf.* fig. 1). Ce terme a été par la suite étendu à ceux de Bretagne centrale situés sous la discordance de l'Ordovicien. La stratigraphie du Briovérien s'articule autour de deux ensembles : un ensemble Briovérien inférieur ou *phtanitique*, à caractère volcanique et volcano-sédimentaire caractérisé par la présence de phtanites, et un ensemble Briovérien supérieur ou *post-phtanitique* à caractère détritique terrigène, remaniant des éléments de phtanite (Cogné, 1972 ; Le Corre, 1977).

Le Briovérien de Bretagne centrale, cartographié sous la dénomination de « Schistes X » était, jusqu'à il y a encore une quarantaine d'années, considéré comme étant d'âge protérozoïque supérieur, par analogie avec celui de Normandie déformé au Cadomien, métamorphisé par les granodiorites finicadomiennes et recouvert en discordance par des conglomérats pourprés datés du Cambrien inférieur. Le problème était en fait beaucoup plus complexe en Bretagne centrale, en l'absence de discordance majeure avec des conglomérats paléozoïques et d'intrusions cadomiennes permettant de donner un âge relatif à ces formations.

À partir des années 1970-80, l'âge de ces formations ici présentes a été révisé et étendu au Cambrien, suite notamment aux études menées par C. Le Corre (1976, 1977) et J. Chantaine *et al.* (1982, 1988). Ces travaux ont également fait ressortir l'existence de deux domaines briovériens bien distincts, l'un normand affecté par la phase de structuration cadomienne, l'autre de Bretagne centrale contrôlé par la phase varisque. Par contre si le passage au Nord entre le Briovérien et le Paléozoïque était clairement démontré (conglomérats pourprés discordants et datés du Cambrien), l'âge des terrains assurant ici la transition entre le Néoprotérozoïque supérieur et la formation discordante de Pont-Réan restait imprécis notamment en raison de l'âge incertain de cette dernière. Les études menées par C. Guerrot *et al.* en 1992 sur des volcanites situées à la base de cette formation (datation par méthode Pb/Pb sur monozircon ; volcanites à 486 ± 28 Ma = limite Cambrien/Ordovicien) permirent d'attribuer à ces premiers sédiments paléozoïques bretons de Pont-Réan un âge arénigien basal, et par là même de considérer les terrains briovérien sous-jacents comme étant d'âge anté-arénigien. Ces résultats étaient conformes à ceux obtenus par J.L. Bonjour *et al.* en 1987-88. L'autre résultat majeur des études de C. Guerrot *et al.* fût de montrer

l'existence au sein des grauwackes du Briovérien breton de deux populations de grains détritiques de zircon, l'une datée à 1 700 Ma et surtout une seconde datée à 540 ± 17 Ma, correspondant à un héritage probable du batholite mancellien et permettant par conséquent de figer l'histoire néoprotérozoïque de cette région de Bretagne centrale. Ces résultats ont mis par conséquent en évidence dans cette région une importante lacune sédimentaire d'une partie du Cambrien (durée de cette lacune ? Cambrien moyen à supérieur ?) et ont conduit à envisager pour tous ces terrains dits « briovériens » un âge anté-arénigien, compris entre le Cambrien (inférieur probable) et le Néoprotérozoïque post-phthanitique (absence de niveau de phthanite, mais éléments de phthanite remaniés dans des niveaux quartzitiques ; C. Le Corre, 1977). Cet âge néoprotérozoïque supérieur – *pro-parte* cambrien inférieur (au moins) est maintenant clairement admis depuis près d'une vingtaine d'années. Ces terrains constituant globalement un ensemble homogène sans discontinuité majeure sont ici décrits sous l'appellation de « Briovérien de Bretagne centrale » (b2).

Briovérien (b2) (Néoprotérozoïque supérieur à Cambrien)

Les terrains briovériens ont longtemps été considérés comme constituant un ensemble monotone dénommé « schistes précambriens X » ou « flysch briovérien » et représenté sur les cartes sous une couleur unique, verte, avec la notation X. Depuis les années 1980-90, de nombreuses études ont été réalisées sur ces formations notamment dans le cadre du programme de lever de la carte géologique de la France à 1/50 000. Ces travaux ont permis de faire évoluer très nettement la connaissance sur ces formations et ont montré que cet empilement sédimentaire était dans le détail nettement plus complexe que ce qui était indiqué autrefois. Les cartographies lithologiques détaillées réalisées régionalement (La Guerche-de-Bretagne, Janzé, Rennes, Trautman *et al.*, 1994, 1997, 2000 ; Meslay-du-Maine, Manigault *et al.*, 1987 ; Châteaubriand, Herroin *et al.*, 1990 ; Château-Gontier, Brossé *et al.*, 1987 ; Segré, Janjou *et al.*, 1998 ; Évron, Mary *et al.*, 1987 ; Cossé-le-Vivien, Vernhet *et al.*, 2009 ; et, plus au Nord, Mayenne, Vernhet *et al.*, 2009) ont montré que ces terrains étaient constitués dans le détail d'une succession de grès-grauwackes, grès-quartzites, siltites, argilites et conglomérats, parfaitement identifiables cartographiquement, mais nécessitant une observation à maille très serrée. Cette cartographie à maille d'observation très serrée a été poursuivie dans la région de Craon, dans la continuité de celle réalisée sur la feuille de Cossé-le-Vivien au Nord. Elle a permis d'identifier dans ce contexte de labours, les différents niveaux précédemment repérés au Nord. Ceux-ci sont principalement constitués d'une alternance de bancs centimétriques à pluridécamétriques de grès, de quartzites et de siltites.

Étant donné les conditions d'affleurement et l'état d'altération de ces roches, mais également le contexte structural certainement plus complexe qu'il n'y paraît, ces bancs n'ont pu être suivis en continu d'un bout à l'autre de la zone

d'étude et ont donc été représentés sur la carte de la façon la plus logique et réaliste possible. Néanmoins, les limites telles qu'elles sont figurées (souvent en tiretés) ne doivent en aucun cas être considérées comme strictes.

Au niveau faune, bien que quelques traces de vers (*Planolites* ; Doré, 1986) ou de cellules coloniales (Cyanophycées, Chauvel *in* Chantraine *et al.* ; 1986) soient signalées localement dans la littérature, aucune trace de vie n'a été décelée sur ce secteur au sein de ces faciès silto-gréseux.

La cartographie effectuée sur cette feuille a fait ressortir pour cet ensemble une structuration générale NW-SE, selon une direction moyenne et majeure de N110 °E à N115 °E, s'infléchissant très localement sur Bouillé-Ménard et Combrée en direction N100° à N105 °E, ou au Nord en direction N120 °E.

La répartition et la structuration des différents faciès lithologiques font apparaître sur cette zone une monotonie relativement marquée de la série sédimentaire, constituée d'une alternance de grès-grauwackes, de siltites, parfois plus ou moins ardoisières, et de grès-quartzites, sans prédominance franche de l'un ou de l'autre des faciès.

Deux tendances peuvent cependant être dégagées :

– au niveau des bordures nord et sud des synclinaux paléozoïques (La Selle-Craonnaise, Chérancé, Saint-Quentin-les-Anges, Saint-Sauveur-de-Flée au Nord ; Combrée, Aviré au Sud) où les faciès silteux sont associés sur une largeur d'environ 4 km à des faciès grés-quartzitiques très durs qui se prolongent au Nord dans la région de Ballots (feuille Cossé-le-Vivien, Vernhet *et al.*, 2009). Ces niveaux gréseux sont considérés comme des termes sommitaux de la série briovérienne. Leur présence est très significative et atteste d'une évolution de la sédimentation vers des termes que l'on trouvera par la suite à l'Ordovicien ;

– au Nord de cette bande, en allant vers Craon – Cossé-le-Vivien, une série alternante, toujours constituée de siltites plus ou moins ardoisières mais avec un remplacement des grès-quartzites précédents par des grès-grauwackes immatures et fins à grossiers.

Cet ensemble sédimentaire briovérien correspond à une série de type molassique marquée par une grande rythmicité des dépôts, des variations latérales de faciès fréquentes, un caractère immature des sédiments, et la présence de figures sédimentaires et de failles synsédimentaires. Son alimentation est considérée comme étant liée au démantèlement de la chaîne cadomienne (Le Corre, 1977).

Description des faciès

Les terrains briovériens (b2) sont décrits avec les notations suivantes :

- pour les siltites : b2S ;
- pour les grès et grauweekes : b2G ;
- pour les grès-quartzites : b2GQ.

Rappel : la notation complémentaire $\mathcal{A}$ précédant ou suivant la notation standard est destinée à préciser le degré d'altération de ces roches, b2G $\mathcal{A}$ par exemple caractérisant les faciès altérés, fragmentés, mais identifiables des grès briovériens, et $\mathcal{A}$ b2 les faciès indifférenciés, très altérés, argilisés.

D'un point de vue pratique, si les limites figurées sur la carte entre les niveaux silteux et wackeux sont bien réelles, elles doivent cependant 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.

Les grès-quartzites, quartzites clairs à noirs (b2GQ), (b2GQ $\mathcal{A}$)

Cet horizon, décelé dans la partie sud-ouest de la feuille de Cossé-le-Vivien, apparaît ici largement développé et se prolonge à l'Ouest sur les feuilles de La Guerche-de-Bretagne (notation bSX ; Trautmann *et al.*, 1997) et de Châteaubriant (notation b2-3X ; Herroin *et al.*, 1988). Bien individualisé au Sud dans la région de Segré (Janjou *et al.*, 1998), il n'apparaît par contre que très localement à l'Est (Château-Gontier ; Brossé *et al.*, 1988) où son extension a probablement été sous-estimée. Ce niveau de plus en plus fréquent et massif au fur et à mesure que l'on se rapproche des structures paléozoïques, constitue une série de barres rocheuses apparaissant en relief dans le paysage et s'alignant selon une direction moyenne N110° à N115°E. La roche est en général fortement décomposée à l'état de concentrations de blocs dans les champs. Ces barres gréseuses alternent de façon plus ou moins régulière avec des niveaux silteux, et peuvent localement être précédées, surmontées, voire passer latéralement à des niveaux grauweekeux en général restreints. Les affleurements sont ici extrêmement réduits. Ces niveaux sont essentiellement représentés par des éléments et des blocs de taille centimétrique à décimétrique, durs, altérés, associés à des argiles blanches à jaunâtres plus ou moins plastiques (b2GQ $\mathcal{A}$). La roche évolue entre des grès quartzeux et des quartzites, gris, blancs à jaunâtres, rose-sombre à bruns, très durs, souvent imprégnés d'oxydes de fer.

Elle est composée majoritairement de quartz en grains grossiers, irréguliers, arrondis ou émoussés, accessoirement anguleux, jointifs, monocristallins, et souvent cataclasés, à extinction roulante. La matrice est en proportion variable, en général réduite mais peut atteindre jusqu'à 30 % à la Roë à l'Ouest (Trautmann *et al.*, 1997), ou sur Segré au Sud (Janjou *et al.*, 1998). Elle est essentiellement siliceuse et composée de quartz, entièrement recristallisé microcristallin, et de séricite. Associés au quartz, on peut observer des grains de microquartzite, de phtanite, parfois de feldspath notamment plagioclasique, et

quelques rares minéraux accessoires tels que le zircon, la tourmaline, la muscovite (en paillettes), la chlorite et des minéraux opaques. Ces quartzites peuvent évoluer vers des niveaux plus gréseux, bruns à rouilles, rubanés, et renfermer quelques intercalations silteuses.

Ces roches constituent par rapport aux grauweekes traditionnelles du Briovérien un faciès à part, nettement plus mature que ces derniers, évoquant très nettement les faciès gréseux de l'Ordovicien. Leur appartenance et leur position au sommet de la série briovérienne est cependant incontestable, de par leurs relations étroites avec les poudingues de Gourin identifiés à l'Ouest (Herroin *et al.*, 1990) et leur position sous la base de la série ordovicienne (formation de Pont-Réan). Ce terme supérieur du Briovérien-Cambrien *pro parte* correspond sans aucun doute à une série intermédiaire assurant la transition entre le Briovérien *s.s.* et l'Ordovicien. Il annonce la sédimentation ordovicienne, et correspond *pro parte* à une partie de la vaste lacune cambrienne.

Les siltites, argilites dominantes (b2S), (b2S~~4~~)

Les faciès silteux **b2S** sont ici largement représentés et très nettement dominants sur les passées argilitiques limitées à quelques petits lits intercalés. Ces roches, particulièrement bien représentées au Nord dans et autour de Craon (affleurements massifs au château de Craon et en bordure de l'Oudon) et de Laigné, se présentent sous la forme de bancs plus ou moins massifs, de puissance variable, depuis quelques centimètres jusqu'à plusieurs dizaines de mètres. Ils alternent plus ou moins régulièrement avec des bancs de grès-grauweekes au Nord et de grès et quartzites en descendant vers le Sud à l'approche des terrains paléozoïques. Ces siltites sont globalement dominantes sur les différents faciès grossiers ici-présents. La direction des couches mesurée sur le terrain et cartographiquement reste identique à celle indiquée précédemment, en moyenne de N110° à N115 °E.

Ces faciès sont fins, soit homogènes et parfois sur des épaisseurs plurimétriques, soit irréguliers, avec un fin rubanement induit par une alternance rythmée de siltites homogènes, de siltites à aspect varvé, straticulées, et de fines lamines argileuses.

Ces variations se retrouvent également dans la granulométrie et la minéralogie de ces roches, aussi bien verticalement que latéralement, avec des passées plus fines ou plus grossières et des tendances plus argileuses ou plus quartzieuses. Elles adoptent localement un caractère subardoisier, beaucoup trop frustré cependant pour être exploitées en tant que tel si ce n'est de façon artisanale. Les figures sédimentaires y sont présentes (stratifications obliques ou entrecroisées, figures de tassement, microfailles synsédimentaires, « ripple

marks »), mais leur observation reste très limitée bien qu'elles soient très caractéristiques lorsqu'elles sont visibles.

Le faciès tel qu'il est décrit ici rend compte d'une nette dominante de siltites dans la couche mais n'exclut en rien la présence en proportion très réduite de fines intercalations grauwakeuses au sein de ces bancs silteux.

Ces roches, massives, en plaques sombres noires à bleu verdâtre à l'état sain, se présentent à l'état altéré (b2S~~✓~~) sous la forme de petites plaquettes de quelques millimètres d'épaisseur, dispersées à la surface des champs, grises, gris verdâtre, gris bleuté, à brunes lorsque l'altération est très prononcée.

La surface de ces plaquettes est bien plane, très régulière, moirée, et contraste très nettement avec celle des siltites et schistes paléozoïques altérés, en général beaucoup plus fruste et plus épaisse.

Au microscope, elles sont essentiellement composées de quartz en petits éléments anguleux ($\leq 50 \mu\text{m}$), de chlorite et muscovite détritiques, parfois de quelques grains de feldspath très altéré, essentiellement de plagioclases acides, de biotite altérée, de tourmaline, zircon, leucoxène, pyrite, oxydes et hydroxydes. Ces constituants sont emballés dans une matrice quartzo-sériciteuse très abondante. Les petites passées argilitiques sont essentiellement phylliteuses (illites et chlorite), et en général fortement chargées en particules opaques. Les illites sont nettement dominantes sur la chlorite (plus de 55 %) et présentent un indice de cristallinité moyen dans ce secteur compris entre 1,9 et 2,5 (métamorphisme régionale, limite anchizone-épizone). Les valeurs anormales (entre 1,6 et 1,8) signalées ponctuellement sur la zone de Cossé-le-Vivien – Craon (Guérangé *et al.*, 1983, 1984) sont à priori liées à la mise en place de petites intrusions magmatiques (nombreux filons de microgranites et dolérites sur Cossé-le-Vivien ; granite de Craon ici) ou à de l'hydrothermalisme ayant perturbé le réseau cristallin de ces phyllites.

Ces faciès silteux à fines intercalations grauwakeuses sont caractéristiques de dépôts de type turbiditique alimentés par des apports rythmés de matériaux accumulés en bordure de bassin et remis en mouvement sous les effets de phénomènes d'instabilité gravitaire. Cette instabilité peut être liée à des phénomènes climatiques saisonniers avec notamment de fortes crues, mais également à une certaine instabilité tectonique du bassin marin.

Les grès-grauwackes dominants (b2G, b2G~~✓~~)

Les faciès détritiques grés-grauwakeux sont essentiellement concentrés dans la partie nord-est de la carte, notamment en bordure nord de la carte sur les communes de Loigné-sur-Mayenne, Marigné-Peuton. Ils sont disposés en bancs de puissance très variable, métrique à pluridécamétrique (jusqu'à 250 à 300 m),

que l'on peut suivre cartographiquement sur plusieurs kilomètres de long. Ils alternent plus ou moins régulièrement avec les horizons silto-argilitiques décrits précédemment.

Deux faciès ont été distingués sur le terrain, des grès à matrice quartzo-sériciteuse, et surtout des faciès immatures largement prédominants, à grain moyen à grossier, et représentés par des grauweekes. Bien qu'ils soient distinguables en lame mince, les conditions d'affleurement et surtout d'altération ne permettent pas de les individualiser cartographiquement.

À l'état sain ces roches apparaissent massives, à débit quelconque, frustre, de couleur gris verdâtre, gris sombre à vert noirâtre. Sous les effets de l'altération, elles prennent une teinte grise à brunâtre, sont fréquemment désagrégées, à caractère sableux, évoluant progressivement vers des altérites argilo-sableuses.

Les variations granulométriques et minéralogiques sont fréquentes, non seulement d'un banc à un autre, mais également au sein d'un même banc avec des faciès évoluant entre des grès à grain fin à moyen et des grauweekes moyennes à grossières. La matrice se situe entre un pôle quartzeux et un pôle phylliteux. Un granoclassement vertical des particules peut y être observé, ainsi que quelques figures sédimentaires (figures de charge, de ravinement, rides de courant) notamment au contact avec les fins niveaux silteux intercalés. Ainsi que cela a été indiqué pour les faciès silteux, ces niveaux gréseux sont loin d'être homogènes et peuvent renfermer des intercalations silto-argilitiques, soulignant distinctement la stratification de ces niveaux. Celles-ci sont cependant beaucoup trop réduites pour être individualisées cartographiquement.

Ces grauweekes ou grès immatures, moyens à grossiers, sont essentiellement composés de quartz, de feldspath, de muscovite, et de biotite. La matrice est généralement abondante et micacée. Le feldspath, et surtout le quartz, sont prédominants, en éléments mono ou polycristallins anguleux, en esquilles, non classés, baignant dans la matrice. Le quartz représente à lui seul entre 50 à 80 % du volume des grains, la granulométrie moyenne de ceux-ci tournant autour de 200 µm.

La nature du feldspath est essentiellement plagioclasique, de type albite, en grains plus ou moins séricitisés, plus accessoirement potassique et perthitique. La muscovite et la biotite apparaissent sous la forme de grandes paillettes détritiques, avec une biotite en général fortement chloritisée.

Ces roches se caractérisent également par de nombreux éléments lithiques, également anguleux, provenant du démantèlement de niveaux de grès, de siltite, de microgranite, de microquartzite, de volcanites acides ou basiques, de quartz d'origine volcanique ou filonienne. Ces éléments sont pris dans une matrice en général développée (entre 20 et 40 % de la roche), présentant une composition

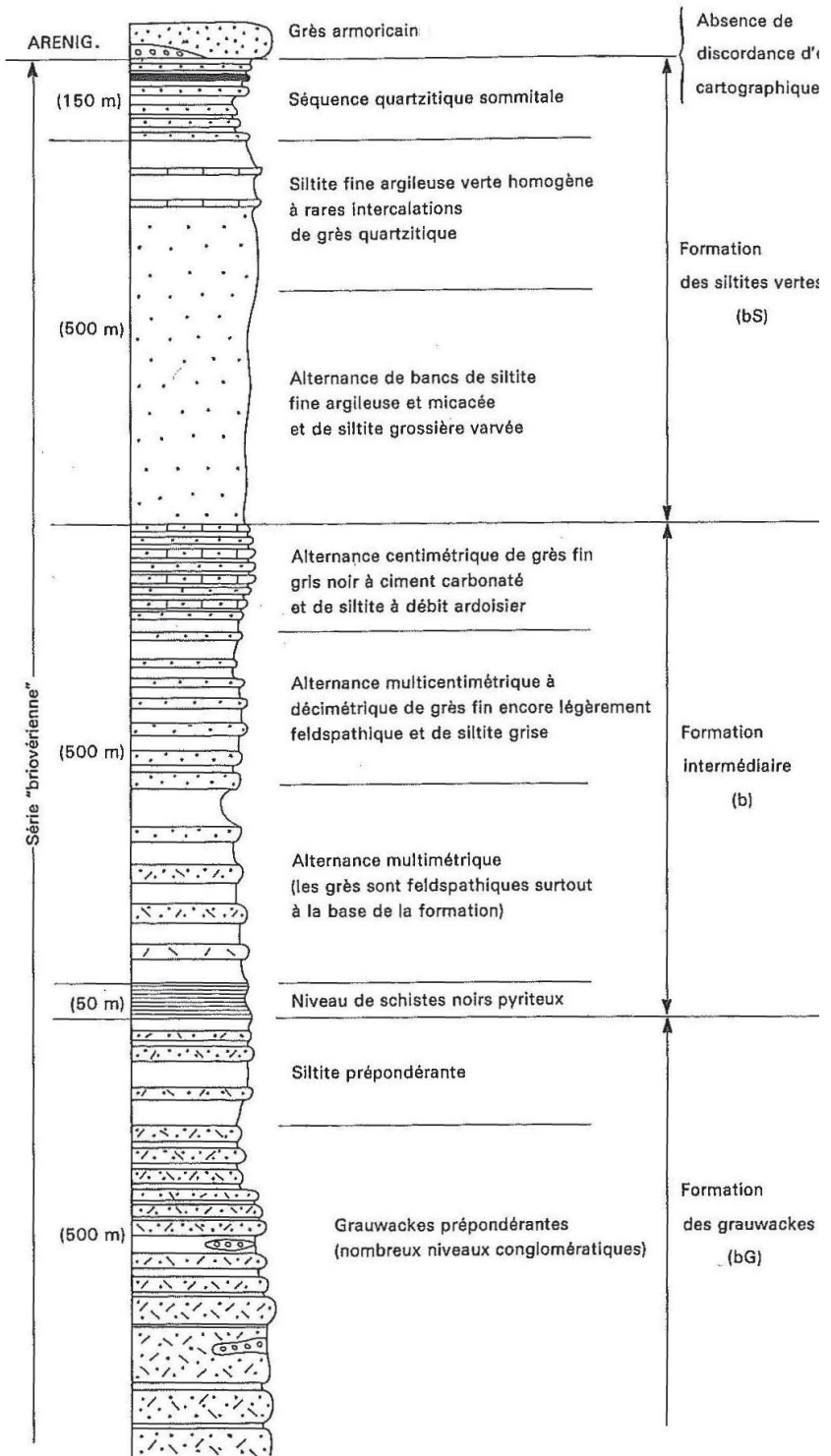


Fig. 2 - Colonne lithostratigraphique de la « série briovérienne » (d'après Guérangé et Guérangé-Lozes in Brosse et al., 1987)

identique à celle des éléments. Celle-ci est plus ou moins recristallisée, quartz-chloriteuse, avec des petits grains de quartz et de feldspath et surtout une abondance de fines paillettes de séricite et de chlorite. Cette matrice peut localement évoluer vers un pôle plus siliceux, se traduisant sur le terrain par la présence de petits bancs intercalés sub-quartzitiques. Accessoirement, ces roches renferment également des grains de tourmaline, de sphène, de zircon, d'épidote, ainsi que de la pyrite (localement abondante notamment dans les horizons silteux), des oxydes et des hydroxydes de fer.

Les distinctions faites sur les cartes voisines au sein de ces grès-grauwackes, comme par exemple les grauwackes vert-sombre, existent sans aucun doute mais ne peuvent, vu les conditions d'affleurement mais également de déformation et d'évolution tant verticale que latérale, être prises en compte au niveau cartographie.

Le faciès des grès « carbonatés » (quelques plages carbonatées dans la matrice) signalé très ponctuellement sur les feuilles à 1/50 000 de La Guerche-de-Bretagne et de Château-Gontier n'a pas été retrouvé sur cette zone.

La reconstitution de l'organisation verticale de ces différents horizons silto-gréseux reste ici comme ailleurs dans tout le Briovérien extrêmement délicate à établir en raison notamment de :

- l'absence de « niveaux-repères » caractéristiques tels que les conglomérats, notamment ceux de Gourin, les phanites ou les faciès carbonatés ;
- des variations tant verticales que latérales d'une zone à l'autre, que ce soit simplement au niveau puissance mais également au niveau granulométrie et minéralogie ;
- du caractère répétitif de ces horizons lié à la nature rythmée des dépôts mais également au plissement de cet ensemble sédimentaire, probablement bien plus important qu'il n'y paraît cartographiquement.

Cependant, si l'on se réfère d'une part aux levés cartographiques réalisés sur cette région (cartes à 1/50 000 de La Guerche-de-Bretagne, Châteaubriant, Meslay-du-Maine, Château-Gontier, Segré et Cossé-le-Vivien), et d'autre part aux études menées par J. Chantraine *et al.* (1982), J. Guérangé *et al.* (1983-84), le seul « niveau repère » réellement identifié et utilisable dans la région de Craon est sans aucun doute celui des grès-quartzites présent ici comme partout ailleurs dans l'environnement immédiat des synclinaux paléozoïques.

Ce terme siliceux est caractéristique de la partie supérieure du Briovérien *s.l.* connue dans cette région de Bretagne centrale sous la dénomination de « séquence quartzitique terminale de la Formation des Siltites vertes » (fig. 2) (Meslay-du-Maine, Manigault *et al.*, 1987 ; Château-Gontier, Brossé *et al.*, 1987 ; et Châteaubriant, Herroin *et al.*, 1988). Il marque très distinctement une

évolution dans le régime de sédimentation annonçant la sédimentation terrigène quartzitique ordovicienne. Cette séquence sommitale est cependant certainement plus développée que ce qui est figuré sur la figure 2. Bien que l'on ne dispose pas à l'heure actuelle de datation sur ces niveaux, leur appartenance au Cambrien (au moins inférieur) est la plus probable.

Les différents faciès décrits ci-dessus sont dans l'ensemble fortement altérés (b2S~~✓~~, b2G~~✓~~, b2GQ~~✓~~) à argilisés (~~✓~~b2), notamment sur la bordure nord du synclinal paléozoïque de Martigné-Ferchaud. Ils sont à l'état de petits fragments millimétriques à centimétriques de couleur brune à ocre, régulièrement accompagnés de petits fragments de quartz filonien blanc, dispersés dans une matrice argileuse à argilo-sableuse brune. Les altérites argileuses (~~✓~~b2) sont en particulier très développées sur les communes de Saint-Sauveur-de-Flée, Saint-Quentin-les-Anges, Pommerieux et La Selle-Craonnaise, où elles constituent des couches de plusieurs mètres de puissance assimilables à des « limons » (terminologie employée par les agriculteurs). Ces « faux limons » sont majoritairement utilisés pour la culture céréalière.

Les faciès métamorphiques

Tous ces faciès sont affectés par un métamorphisme régional de très faible intensité (chlorite-illite) et, très ponctuellement, au voisinage des petits pointements granitiques de Craon, par un métamorphisme de contact. Les points d'observations restent cependant extrêmement limités, en liaison avec la taille de ces pointements granitiques. Ils sont figurés sur la carte par un astérisque noir (*). Les faciès distingués correspondent essentiellement à des grès et siltites métamorphisés dans le domaine des « schistes tachetés », situés à proximité du contact avec les granites et caractérisés par le développement de lamelles blastiques de biotite, plus ou moins altérée en chlorite et, plus au large, par des taches de chlorite.

Les siltites argileuses évoluent ponctuellement vers des séricitoschistes à texture noduleuse, à taches de chlorite et à petits cristaux aciculaires de tourmaline, bordés de grès quartzeux à ciment riche en séricite et recoupés par des veinules de quartz, voire de tourmaline (Chèvremont, 1983).

La géographie du bassin néoproterozoïque reste difficile à visualiser, en l'absence de recul à l'échelle régionale, mais également en raison des phénomènes sédimentaires, magmatiques et structuraux post-briovériens et du degré d'altération de ces roches. Si l'existence d'une zone plus profonde était évoquée au Nord de la coupure de Cossé-le-Vivien (Vernhet *et al.*, 2009), sus-jacente à celle de Craon, les alternances rythmées sur Craon de grès-grauwackes et siltites puis de grès-quartzites et siltites semblent attester d'une profondeur moindre du bassin, et d'un rapprochement du continent et de la source d'alimentation. Ceci est notamment attesté plus à l'Ouest (feuilles La Guerche-

de-Bretagne, Châteaubriant) par la présence des faciès grossiers conglomératiques de Gourin.

PALÉOZOÏQUE DES SYNCLINAUX DE MARTIGNÉ-FERCHAUD ET DE SEGRÉ

Les terrains paléozoïques présents sur la feuille de Craon appartiennent à deux entités structurales, au Nord le synclinal de Martigné-Ferchaud, se prolongeant à l'Est par celui de Châteauneuf-sur-Sarthe, et au Sud celui de Segré (*cf.* carte et schéma structural). La structuration de ces terrains est le résultat des phénomènes de déformations souples ayant affecté au cours de l'orogénèse hercynienne l'ensemble des terrains situés dans ce domaine de Bretagne centrale.

Ces formations, qui occupent ici près d'1/3 de la surface de la carte, sont transgressives et discordantes sur la série sous-jacente briovérienne (discordance sédimentaire), et alignées selon une direction moyenne N110° à N115°E, identique à celle observée dans le Briovérien. Elles sont représentées par une alternance de niveaux gréseux et silteux, caractérisant les différentes phases transgressives et régressives de la mer ayant touché cette région depuis l'Ordovicien jusqu'au Silurien (fig. 3). Les formations dévoniennes, en particulier les grès à *Platyrthis monnieri* du Dévonien inférieur, visibles plus au Sud dans la région d'Angers mais également au Nord dans le bassin de Laval sont ici absentes (lacune de sédimentation ? ou décapage total des terrains ?).

Ordovicien

La série ordovicienne des synclinaux de Martigné-Ferchaud et de Segré correspond à un cycle sédimentaire s'étageant depuis le Trémadocien jusqu'à l'Ashgillien et se décomposant en cinq formations :

- la formation de Pont-Réan (Trémadocien terminal à Arénigien basal) ;
- la formation du Grès armoricain (Arénigien inférieur à moyen-*pro-parte*), se décomposant dans cette région en trois membres :
 - un membre gréseux inférieur quartzitique à niveaux de minerai de fer,
 - un membre intermédiaire silto-gréseux,
 - un membre gréseux supérieur quartzitique ;
- la formation d'Angers-Traveusot (Arénigien moyen terminal à Llandeilo) ;
- la formation des Grès du Châtellier (Caradocien inférieur) ;
- la formation de Riadan-Renazé (Caradocien supérieur à Ashgill).

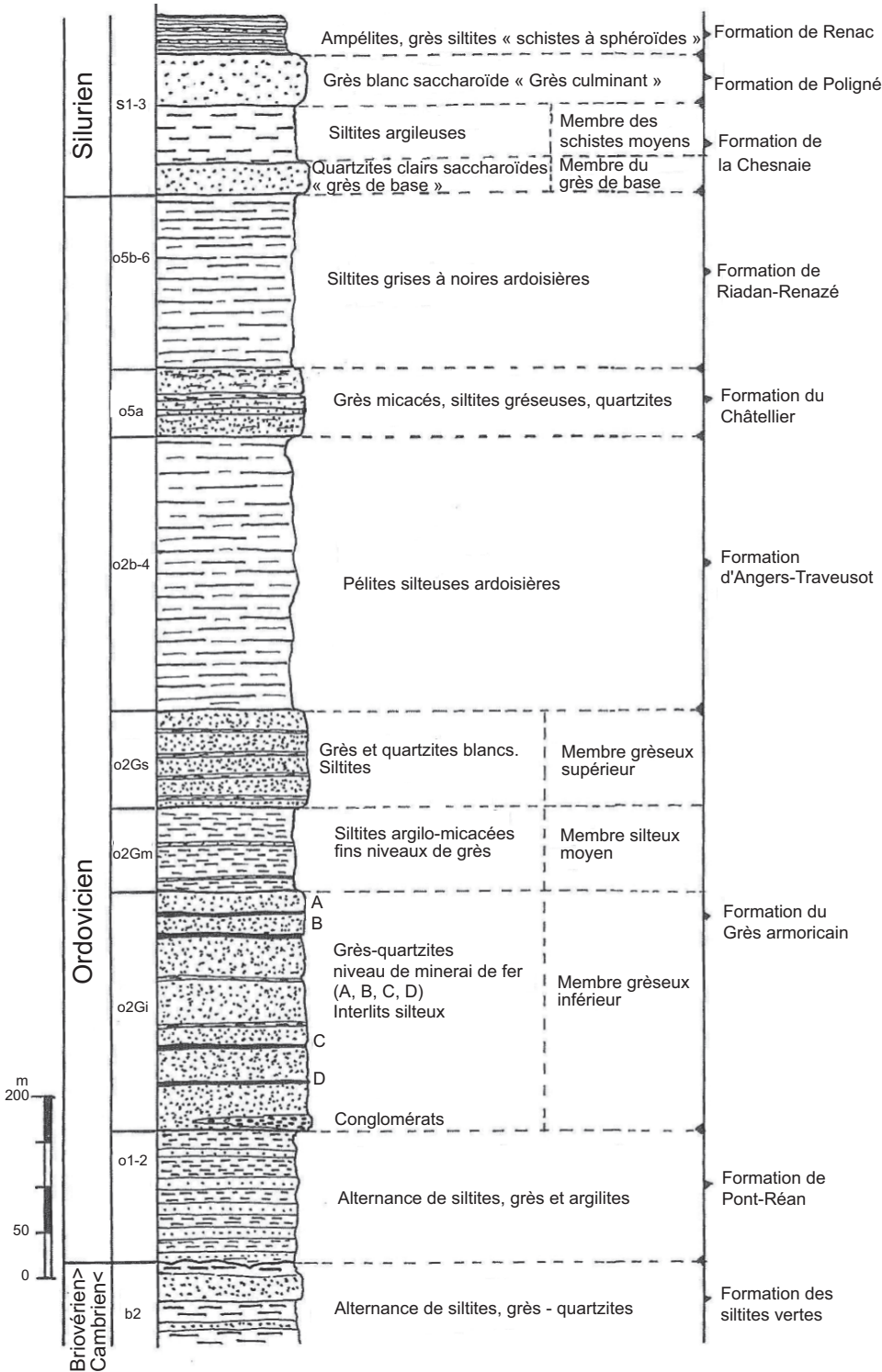


Fig. 3 - Log lithostratigraphique synthétique du Paléozoïque de la région de Craon
(épaisseurs moyennes) (Vernhet, 2010)

La formation de Pont-Réan (o1-2, o1-2~~3~~) (100 à 150 m) (Trémadocien terminal à Arénigien basal) : siltites rouges à vertes, grès fins et argilites ocre

Cette formation constitue le premier terme amorçant la transgression ordovicienne, en discordance mineure sur les niveaux brio-cambriens sous-jacents. Les datations réalisées par C. Guerrot *et al.* (Pb/Pb sur monozircon, 1992) sur des volcanites interstratifiées dans ces horizons ont donné un âge de 486 ± 28 Ma, les situant, étant donné la marge d'erreur et le fait que ces volcanites ne soient pas basales, entre le Trémadocien terminal et l'Arénigien basal.

Ces faciès, décrits dans la littérature sous la dénomination de « *Série rouge, Schistes pourprés, Dalles pourprées, ou Schistes de Margat* » se subdivisent régionalement en deux membres :

- le membre de Montfort auquel sont rattachés :
 - le poudingue de Montfort, correspondant à un conglomérat polygénique à galets roulés à anguleux de Briovérien *s.l.* (grès, siltites, grauwackes, quartz) emballés dans une matrice quartzo-phylliteuse (chlorite-séricite). Il n'est signalé que ponctuellement à l'Ouest (La Guerche-de-Bretagne et Châteaubriant),
 - les siltites rouges ou vertes et grès fins, terme dominant régionalement ;
- le membre du Grès de Courouët, reconnu à l'Ouest sur la feuille de Châteaubriant et correspondant à un grès massif blanc à gris, vert ou rosâtre, plus ou moins quartzitique, renfermant localement des passées plus grossières microconglomératiques.

Sur la feuille de Craon, l'observation de ce niveau de Pont-Réan est, comme partout ailleurs en général, extrêmement délicate en raison de sa position à mi-pente entre le terme supérieur ordovicien en relief (Grès armoricain) et le niveau briovérien sous-jacent en général en dépression. Ces terrains sont du fait de leur situation régulièrement recouverts par des dépôts de pente (colluvions, heads) résultant de la dégradation du Grès armoricain. Si le contact avec le Grès armoricain peut être observé en plusieurs endroits de la carte, la limite entre le Briovérien et les siltites et grès de Pont-Réan est loin d'être évidente, étant donné la similitude de faciès pouvant exister entre ces deux formations, notamment à l'état altéré.

Sur la carte de Craon, les faciès gréseux de Courouët et le poudingue de Montfort n'ont pas été observés. La formation de Pont-Réan apparaît au niveau des deux synclinaux de Martigné-Ferchaud et de Segré uniformément constituée d'une alternance de siltites et grès fins, verts, rosés à rougeâtres. Ceux-ci sont en général à l'état de petits éléments centimétriques, dispersés

sur les pentes et conférant aux sols auxquels ils sont associés une « nuance » brun rougeâtre plus ou moins marquée.

La terminologie de « série rouge » reste cependant ici à prendre avec la plus grande précaution, la présence sur les pentes de certains éléments rougeâtres altérés issus du Grès armoricain et notamment des niveaux à minerai de fer intercalés pouvant parfois prêter à confusion.

Les meilleurs affleurements observés sur cette feuille se situent :

- pour le synclinal de Martigné-Ferchaud :
 - à environ 1 km au Sud de Bouchamps-lès-Craon (fermes des Pommeray et de Féchalière),
 - sur Saint-Quentin-les-Anges en bordure de l'Oudon (moulin de Sévillé),
 - sur Saint-Aubin-du Pavoil, au Nord sous la ferme de Glatigné sur le petit chemin menant à l'Oudon ;
- pour le synclinal de Segré :
 - les plus beaux affleurements sont localisés au niveau de la 2 x 2 voies Segré-Pouancé, au Nord de Combrée entre l'échangeur avec la D 281 et la ferme du Rocher, et au Sud de Bel-Air près de la ferme de la Lande,
 - également sur Nyoiseau, à l'Ouest du cimetière sur la route menant au château d'eau et à la ferme de la Beslière.

Ces affleurements permettent d'observer une alternance de siltites gréseuses et de siltites argileuses, en bancs centimétriques à pluridécimétriques, avec des intercalations de grès fins, de couleur très variable selon le degré d'altération, gris sombre à roses, pourprés, verts, ou beiges, à stratification assez frustre, notamment dans la partie basale. La partie terminale, la plus visible sur le terrain, est représentée par plusieurs mètres de siltites fines à tendance argileuse, de couleur vert-olive très caractéristique, plus ou moins bariolées de rouge, virant au jaune-beige sous les effets de l'altération et comportant quelques bancs de grès vert sombre. Ces faciès verts sont de loin les plus fréquents et les plus représentatifs de cette formation sur ce secteur. Les similitudes existant entre les faciès silteux verts altérés du Briovérien et de la formation de Pont-Réan expliquent les modifications cartographiques réalisées entre ces deux formations par rapport à la carte à 1/80 000 de Château-Gontier, en particulier entre Bouchamps-lès-Craon et Saint-Martin-du-Limet où les siltites de Pont-Réan étaient fortement sous-estimées.

Au microscope, ces siltites montrent une texture homogène, et sont essentiellement constituées de petits grains de quartz arrondis à subanguleux, de muscovite, avec quelques grains de zircon, pris dans une matrice quartzophylliteuse (muscovite et chlorite). Les grès sont à grain fin à moyen, constitués de grains de quartz et de microquartzite, à matrice chlorito-quartzueuse en proportion très variable, en apparence plus abondante et plus chloriteuse dans les

termes supérieurs (grès verts). La tendance générale du bas vers le haut de la formation est marquée par une diminution de la granulométrie et une évolution vers des faciès de plus en plus fins. Enfin, la couleur pourpre est liée à la présence d'hématite pigmentaire ou microcristalline.

Âge de la formation de Pont-Réan

L'âge de cette formation se situe (datation radiochronologique ; C. Guerrot *et al.*, 1992 ; cf. paragraphe précédent) entre le Trémadocien terminal et l'Arenigien basal. Au niveau de la faune, aucune trace n'a pu être observée sur cette zone. Sur la feuille de Châteaubriant à l'Ouest, la carrière de Margat a permis d'y recueillir des fossiles d'organismes marins tels que des lingules (*Lingula lesueuri*, *L. pseudocrumena*), des trilobites rapportés à *Ogygia armoricana*, ainsi que des traces de vers (tigillites), des pistes et galeries ramifiées (fucoïdes, *Cruziana*), sans valeur stratigraphique précise (Davy, 1909).

La formation du Grès armoricain (O2G, O2G~~1~~) (300 à 500 m) (Arenig inférieur à moyen *pro-parte*) : quartzites, psammites, siltites micacées, niveaux de minerai de fer, conglomérats

Cette formation constitue de part sa nature un excellent niveau repère tant géologique que topographique, étant à l'origine des principaux reliefs visibles dans cette région. Elle a fait l'objet de fréquents travaux tant pour la recherche de minerai de fer que pour la recherche de matériau (construction, granulats). Bien que située en dehors de la carte, on citera notamment la grande carrière en activité du groupe Lafarge sur la commune de Chazé-Henri (feuille Châteaubriant).

La formation du Grès armoricain a été définie par M. Rouault en 1851. Sa subdivision en trois membres a été introduite par C. Barrois (1897) puis par F. Kerforne (1915, 1919) auquel nous devons le découpage en trois termes couramment utilisés O2a, O2b et O2c.

Dans un souci d'homogénéité, le système de notation adopté pour cette carte de Craon a été pris à l'identique à celui utilisé par D. Janjou pour la feuille sous-jacente de Segré. On distingue ainsi de bas en haut (fig. 3) :

- le membre du Grès armoricain **inférieur (O2G~~i~~)** auquel sont rattachés les niveaux de minerai de fer et renfermant dans sa partie basale des horizons conglomératiques ;
- le membre **moyen** des Schistes intermédiaires (**O2Gm**) ;
- le membre du Grès armoricain **supérieur (O2Gs)**.

Le passage de la formation de Pont-Réan à la formation du Grès armoricain est extrêmement brutal et sans aucun terme de transition. On passe directement

des siltites vert-olive de Pont-Réan aux grès sableux à quartzitiques blancs de l'Arénig, voire plus localement à des niveaux de base conglomératiques. Ce passage est en particulier très bien marqué à l'affleurement au Sud de Bouchamps-lès-Craon près des fermes de la Féchalière et des Pommeraies.

Le membre gréseux inférieur (o₂Gi, o₂G~~iv~~)

Il se décompose en trois faciès principaux :

- les grès psammitiques et quartzites ;
- les horizons conglomératiques ;
- les niveaux minéralisés en fer.

Les grès psammitiques et quartzites

Ces termes constituent la masse principale de ce membre où ils forment des bancs massifs de puissance métrique. La roche est blanche à grisâtre, à tendance brunâtre en surface, pouvant évoluer vers des teintes nettement plus sombres en profondeur, gris bleuté voire noirâtres.

Elle est à grain fin à très fin et constituée de grains de quartz engrénés, isogranulaires, recristallisés, accompagnés au niveau du ciment de quelques phyllites, essentiellement muscovite-séricite et chlorite. Les faciès gréseux psammitiques se distinguent des quartzites par une proportion plus élevée en phyllites dans le ciment, notamment en chlorite ou muscovite détritique parfois très abondante. Quelques grains lithiques anguleux peuvent y être distingués ainsi que quelques grains de zircon, de tourmaline et de rutile. Des interlits silteux peuvent également s'intercaler au sein de cette masse quartzitique.

La puissance de ce membre est variable, de l'ordre de 200 à 300 m à l'Ouest dans la région de Châteaubriant, se réduisant à l'Est sur le secteur de Châteauneuf-sur-Sarthe à une soixantaine de mètres.

Les horizons conglomératiques

Ces niveaux détritiques grossiers ont été observés uniquement dans le synclinal de Martigné-Ferchaud. Ils sont localisés dans la partie basale ou à proximité du contact avec les siltites de Pont-Réan. Ils constituent des niveaux en apparence lenticulaires d'extension réduite, de l'ordre de quelques centaines de mètres, et de puissance métrique. Les quelques observations réalisées sur le terrain ont permis de distinguer deux faciès en relation avec les niveaux décrits précédemment :

- un faciès conglomératique à ciment gréseux, blanc à gris, se caractérisant à l'affleurement par des galets pris dans un ciment totalement désagrégé sablo-micacé ;

– un faciès beaucoup plus massif, blanc à gris, et très dur, que l’on retrouve à l’état de blocs pouvant dépasser le mètre cube et où les galets sont pris dans un ciment quartzitique.

Dans les deux cas, les composants restent identiques, avec des galets essentiellement de quartz blanc, bien roulés, en amande, de taille moyenne d’environ 3 à 4 cm, mais pouvant atteindre localement les 10 cm, et un ciment essentiellement siliceux accompagné de phyllites (muscovite-chorite) en proportion variable.

Les affleurements les plus caractéristiques se situent au Sud de Bouchamps-lès-Craon (idem précédemment), notamment juste avant le carrefour de la ferme de la Lande, également au Sud de Saint-Quentin-les-Anges sur la D 863 juste avant d’arriver au carrefour de l’Étoile, et à environ 2 km à l’Est de Bouillé-Ménard, en rive gauche de l’Araize au-dessus de la ferme des Roches (gros blocs).

Les niveaux à minerai de fer

Ces horizons minéralisés sont localisés spécifiquement dans le Grès armoricain inférieur ainsi que l’a démontré J. Kerforne (1915, 1919). Quatre niveaux majeurs, notés dans la littérature A, B, C, et D (Chauvel, 1968), ont été identifiés dès 1911 par C. Davy (fig. 4).

Ils sont situés dans la partie supérieure de ce membre et ont fait l’objet jusqu’au siècle dernier d’intenses recherches et exploitations dont les traces sont encore visibles dans toute la région (tranchées, excavations, chevalements de Bois 2 et 3, etc.). Ils se manifestent sur le terrain par la présence de zones fortement rubéfiées, brun-rouge à rougeâtres, avec des blocs de minerais altérés éparpillés dans les champs. Leur environnement est également fréquemment souligné par les traces d’anciennes forges artisanales (sols noirs, résidus de fonte).

Dans les mines du Segréen, la puissance de ces horizons est très variable :

- de l’ordre de 1,5 à 2 m pour la couche A située près des schistes intermédiaires ;
- d’une douzaine de mètres, pour la couche B (dont 8 m de minerai en petites couches) ;
- d’environ 10 m pour la couche C ;
- la couche D n’apparaît que localement.

Ces niveaux sont essentiellement représentés par des siltites et des grès ferrugineux à pseudo-oolites, parfois de véritables oolites, composées de quartz, chlorite, sidérite, magnétite, silicates ferrières (bavalite, stilpnomélane) et minéraux phosphatés.

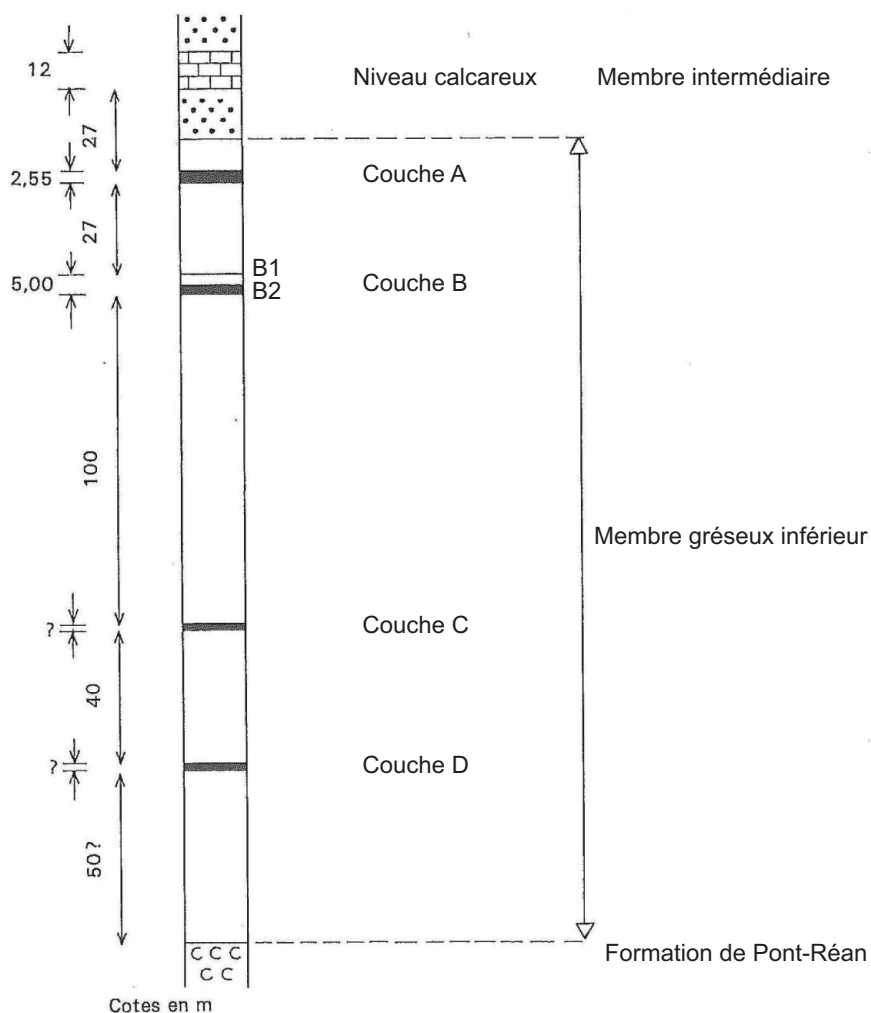


Fig. 4 - Stratigraphie des couches de minerais de fer de l'Ordovicien inférieur et de leurs enveloppes stériles établie à l'aide des puissances moyennes calculées d'après diverses données utilisables (d'après Chauvel, 1968)

Le membre moyen intermédiaire silto-gréseux ou « Schistes intermédiaires » (O₂Gm, O₂Gm~~1~~) (80 à 100 m)

Également dénommé dans la littérature « membre de Congrier » (La Guerche-de-Bretagne, Trautmann *et al.*, 1997), ce membre succède très rapidement aux grès inférieurs (O₂Gi). Il est essentiellement représenté par des siltites argilo-micacées, particulièrement délicates à observer notamment en raison de leur degré d'altération très poussé. Elles se repèrent sur le terrain par une légère zone en dépression, très humide, coincée entre les deux barres gréseuses inférieure et supérieure.

Ces siltites sont très argileuses, gris sombre à noirâtres à l'état « sain », parfois à tendance subardoisière. Elles sont le plus généralement très fortement altérées, beiges à jaunâtres, avec quelques liserés rougeâtres. Quelques niveaux silteux plus grossiers et de minces niveaux de grès peuvent s'y intercaler.

Au microscope, ces horizons sont constitués de chlorite, illite, quartz, muscovite détritique, parfois biotite et, très accessoirement, de tourmaline et zircon.

Les meilleurs affleurements se situent en bordure ouest de la carte, à environ 2 km au Sud-Ouest de Renazé, dans la forêt de Lourzais, le long du chemin menant à la ferme de la Malfossais. Ils ont également été observés, très altérés, sous 4 à 5 m d'altérites, lors des travaux de la 2 × 2 voies entre Segré et Pouancé, à environ 1 km au Nord-Est de Vergennes, au niveau du rond-point de la Haute-Lande. Le niveau carbonaté distingué en sondages sur la feuille de Châteaubriant n'a pas été retrouvé sur cette zone. La puissance de ce membre est sensiblement identique dans la partie ouest des synclinaux de Segré et de Martigné-Ferchaud de l'ordre de 80 à 100 m. Par contre plus à l'Est, une diminution de ces faciès semble s'amorcer, en particulier au niveau du synclinal de Martigné-Ferchaud où ces siltites vont totalement disparaître à environ 2 km à l'Ouest du Châtellais (lacune sédimentaire, variation latérale, lacune tectonique ?). Ces faciès demeurent absents dans toute la moitié est de cette portion du synclinal de Martigné-Ferchaud – Châteauneuf-sur-Sarthe, en accord avec les observations générales faites sur l'ensemble de ces terrains ordoviciens qui voient leurs épaisseurs diminuer progressivement vers l'Est. Ces observations s'accordent également parfaitement avec les levés réalisés sur la feuille à 1/80 000 qui enregistraient très distinctement cette évolution latérale de puissance.

Au niveau du synclinal de Segré, ce niveau que l'on peut suivre quasiment en continu d'Ouest en Est, est fortement affecté et décalé au Nord de Segré par d'importants jeux de failles N160°E et tend également à se réduire vers l'Est.

Le membre gréseux supérieur (O₂Gs ; ~~O₂Gs~~) (80 à 120 m)

Le passage entre la série silteuse intermédiaire (O₂Gm) et le grès supérieur est également très tranché, brutal, sans faciès de transition notoire. La composition de ce membre est à peu de choses près identique à celle du membre inférieur, sans grande différence lithologique et sédimentologique.

Il est également constitué de grès et quartzites blancs à grisâtres à grain fin, en bancs pluridécimétriques, composés essentiellement de quartz isogranulaire (90 à 100 % du volume de la roche), et de quelques phyllites (muscovite détritique, séricite, parfois chlorite). La seule différence notoire avec le terme inférieur est la proportion en niveaux péliteux et psammitiques, plus élevée dans ce terme supérieur et avec des épaisseurs atteignant quelques décimètres. Le principal critère de distinction entre les membres inférieur et supérieur est l'absence totale de niveaux minéralisés en fer dans la partie supérieure. À l'inverse, les études menées par Y. Alix (1967) ont permis d'y mettre en évidence des petits niveaux radioactifs spécifiques à ce membre sommital et liés à la présence de zircon et de monazite. D. Janjou *et al.* (1998) signale également la présence dans ce grès supérieur d'un arthropode caractéristique de ce niveau, *Ogygia armoricana*. En dehors de ces critères, la distinction entre ces deux membres gréseux reste très difficile à faire sur le terrain où ces roches n'apparaissent en général qu'à l'état de blocs en volantes dans les labours. Le meilleur critère pour les distinguer est, avec les niveaux minéralisés spécifiques de la partie inférieure, le niveau des schistes intermédiaires qui permet par sa présence d'ôter toute ambiguïté.

En l'absence de ceux-ci, la distinction et la définition d'une limite reste plus qu'aléatoire et oblige à adopter une notation unique (**O₂G**, ~~O₂G~~), regroupant ces faciès gréseux.

Signalons que ce Grès armoricain est fréquemment accompagné, sur ou en contrebas des barres, de placages sableux à graviers et galets de quartzites, pouvant atteindre quelques mètres de puissance et dont le matériel est certainement en grande partie issu du démantèlement de ces grès-quartzites (Crétacé supérieur à Pliocène ?).

L'âge du Grès armoricain

Aucun fossile ni trace d'activité biologique n'a été observé au cours des levers de la feuille de Craon. Le Grès armoricain est dans l'ensemble en Bretagne comme en Normandie réputé pour sa pauvreté en organismes. Quelques fossiles y sont pourtant signalés, notamment des arthropodes (asaphidés, *Ogygia armoricana*), des brachiopodes (Lingulidae : *Dinobolus brimonti*), des bivalves (actinodontes : *Lyrodesma armoricana*, *Ctenodonta oehlerti*), des chitinozoaires. Si les fossiles sont peu fréquents, les traces de vie

sont par contre beaucoup plus abondantes, selon les niveaux, notamment les traces de type *Cruziana* et *Daedalus* laissées par les trilobites sur le fond marin, ou les tubes de vers tels que les *Skolithes*. Les indications les plus précises sur l'âge de cette formation restent celles obtenues par J. Deunff et J.J. Chauvel (1970) sur des assemblages de chitinozoaires de la région de Maleroche-en-Guichen (Sud de Rennes) rapportant l'ensemble de la formation à la seule biozone d'*Eremochitina baculata brevis* attribuée à l'Arénigien inférieur et moyen. Les études menées dans les années 1980 (Paris, 1981, Paris *et al.*, 1979-82) sur des faunes à graptolites et chitinozoaires prélevées dans les tous premiers horizons de la formation schisteuse sus-jacente d'Angers-Traveusot ont fourni un âge arénigien moyen, permettant de caler la partie sommitale du Grès armoricain et de lui attribuer un âge terminal arénigien moyen *pro-parte*.

La formation d'Angers-Traveusot (o2b-4, o2b-4~~x~~) (150 à 400 m) (Arénigien moyen terminal-Llandeilo) : pélites silteuses sub-ardoisières sombres, à quartz, chlorite, séricite

Cette formation, dénommée anciennement « Schistes d'Angers » ou « Schistes à Calymènes » est l'équivalente latérale de la formation d'Andouillé décrite dans les régions de Rennes à l'Ouest et de Laval au Nord.

Largement représentée sur cette zone où elle constitue notamment le cœur du synclinal de Segré, elle apparaît nettement en dépression par rapport au Grès armoricain, constituant de vastes surfaces planes et monotones. Elle succède de façon très rapide sur quelques mètres au Grès armoricain et atteste de l'évolution du milieu de dépôt vers un contexte marin nettement plus calme, plus profond, ouvert vers le large de type plate-forme. Puissante de quelques centaines de mètres à l'Ouest, elle se réduit progressivement vers l'Est dans le synclinal de Martigné-Ferchaud – Châteauneuf-sur-Sarthe où sa puissance n'est plus estimée qu'à 100-150 m (Château-Gontier; Brossé *et al.*, 1988). Elle a fait l'objet de nombreuses exploitations pour l'ardoise (*cf.* matériaux) dans toute la région, soit purement artisanales, soit à une échelle industrielle, notamment ici dans le synclinal de Segré au niveau de la commune de Noyant-la-Gravoyère (ardoisières de Misengrain ; musée de la Mine bleue à la Gâtelière). Les affleurements les plus représentatifs se situent au Nord-Est de Noyant-la-Gravoyère (synclinal de Segré), de part et d'autre du ruisseau de Misengrain, depuis le musée de la Mine bleue à la Gâtelière jusqu'à la cité de Brèges à l'Est sur Nyoiseau. Au niveau du synclinal de Martigné-Ferchaud, ces schistes ardoisiers ont été nettement moins exploités (ancienne carrière à la sortie du Châtelais au Nord en direction de Saint-Quentin-les-Anges). Ils sont visibles à Châtelais, en ville et au niveau du ruisseau de Quelle, et à L'Hôtellerie-de-Flée (dans le centre et à la sortie sud vers Saint-Quentin-les-Anges).

Cette formation est dans son ensemble très homogène constituant des bancs massifs ardoisiers à sub-ardoisiers décimétriques à plurimétriques, à pendage très variable, incliné à verticalisé voire inversé selon les secteurs.

La roche est très sombre, à grain fin à très fin, gris-bleu à noire avec quelques traces d'oxydation brun orangé dans les clivages et à débit ardoisier plus ou moins marqué.

Le faciès principal correspond à une siltite quartzo-séricito-chloriteuse, constituée de chlorite en petits amas ou en petites paillettes néoformées disposées dans les plans de schistosité, de muscovite et phengite d'origine détritique en grandes lamelles, de fines paillettes néoformées de phengite-paragonite, et de quartz en grains très fins recristallisé.

Les variations de faciès reposent principalement sur une augmentation en taille et nombre des grains de quartz au détriment des micas. La paragenèse secondaire est représentée par du rutile en cristaux aciculaires parfois abondants, de la pyrite noduleuse ou cristallisée en petits cubes et, très accessoirement, du zircon, de la tourmaline et de la monazite. Le chloritoïde peut également y être rencontré. Ce minéral est lié à un métamorphisme régional de faible intensité et à un chimisme particulier (Al, Fe, Mg) de certains niveaux (Le Corre, 1969 ; Herroin *et al.*, 1990).

Âge de la formation d'Angers-Traveusot

Cette formation est réputée pour la richesse et la variété de sa faune. Lors des levers effectués, aucun fossile n'y a été récolté en dehors de rares fragments de trilobites inidentifiables. Les anciens mineurs nous ont par contre confirmé l'existence de petites « concentrations » fossilifères observées lors de l'exploitation de ces niveaux.

La base de cette formation a été clairement identifiée de l'Arenig moyen « supérieur » grâce aux travaux réalisés par F. Paris *et al.* (1981 ; 1979-82). La faune du Llanvirnien est largement développée, représentée notamment dans la partie basale de la formation par des graptolites (*Didymograptus bifidus*, *D. murchisoni*, *D. stabilis*), plus haut par des *Orthis* à grosses côtes et des trilobites (*Synhomalonotidae*, *Neseuretus tristani*, *Dalmanitina macrophthalma*). La faune du Llandeilien est encore plus riche et variée, représentée par des trilobites (*Neseuretus tristani*, *Eoharpes guichennensis*, *Placoparia tournemini*, *Dionide* sp., *Colpocoryphe rouaulti*, *C. salteri*, *Ectillaenus giganteus*, *Illaenus giganteus*), des échinodermes cystoïdes (*Calix*, *Codiacystis*, *Aristocystis*, *Tholocystis chauveli*), des brachiopodes (*Stropheodonta* sp., *Orthis*, *Aegiromena marina*), des gastéropodes (*Bellerophon*), des céphalopodes (*Orthoceras* sp.), des ostracodes (*Ctenobolbina hispanica*, *Aparchites* sp.), des graptolites

(*Glyptograptus tertusculus*, *Didymograptus murchisoni*), ainsi que quelques concentrations en conodontes.

La partie supérieure de cette série ardoisière a livré dans la région de Châteaubriant (Le Corre et Deunff, 1969) des acritarches des genres *Desmochitina* et *Rhabdochitina* d'âge Llandeilien moyen à supérieur voire limite Llandeilien-Caradocien (chitinozoaires de Bain-de-Bretagne : *Laufeldochitina minor*, *Desmochitina minor* ; Herroin et Paris, 1984).

L'âge de cette formation est donc parfaitement calé entre l'Arénigien moyen supérieur et le Llandeilien terminal.

La formation du Châtellier (osa) (0 à 120 m) (Caradocien inférieur) : grès verts micacés chlorito-feldspathiques, lentilles de quartzites blancs

La formation du Châtellier constitue un niveau repère extrêmement important permettant d'individualiser les deux séries ardoisières sus et sous-jacentes (Schistes d'Angers-Traveusot et Schistes de Riadan-Renazé). Cette formation n'est présente que dans la partie ouest du synclinal de Martigné-Ferchaud (sur Craon) depuis la bordure ouest de la carte jusqu'à la confluence entre l'Oudon et l'Araize. Elle n'a pas été observée à l'Est bien qu'étant signalée sur la feuille voisine de Château-Gontier dans le synclinal de Châteauneuf-sur-Sarthe, situé dans le prolongement est de celui de Martigné-Ferchaud (lacune sédimentaire ; biseau tectonique ?). Au point de vue puissance, le constat reste le même que celui évoqué pour la série ardoisière d'Angers-Traveusot, à savoir une nette réduction de la couche d'Ouest en Est, celle-ci passant de près de 120 m à l'Ouest à 10 m et moins à l'Est (Château-Gontier, Brossé *et al.*, 1988). Même si ce niveau a été représenté sur la feuille de Château-Gontier, les auteurs de cette carte signalent dans la notice la forte probabilité que ces grès soient sur cette zone plus que « lacunaires ». Les levés effectués sur Craon confirment cette disparition vers l'Est de ces grès, en parfait accord avec la cartographie réalisée antérieurement sur la carte à 1/80 000 de Château-Gontier.

Cette formation atteste d'une modification du milieu et du régime de sédimentation, relativement brutale, bien marquée, avec des apports plus grossiers sablo-argileux. Cet horizon se marque dans le paysage par un « léger relief » à pente douce au contact des schistes d'Angers-Traveusot, plus accentué au passage avec les schistes de Riadan-Renazé. Si plusieurs faciès y ont été décrits dans la littérature (siltites gréseuses, grès, quartzites, de couleur blanche verte, grise, etc.), le faciès le plus représentatif dans le synclinal de Martigné-Ferchaud est ici le terme gréseux micacé très caractéristique sur le terrain. Les affleurements sont rares, le plus représentatif étant de loin celui localisé à environ 2 km à l'Est du village de La Boissière, au Nord-Est de la ferme de la

Touche près de la rivière du Chéran. La roche correspond à un grès fin à moyen, vert sombre à brun verdâtre, constitué de grains de quartz accompagnés de plagioclases, de quelques feldspaths perthitiques et d'une forte proportion de micas détritiques en grandes lamelles (muscovite, chlorite, biotite altérée). Le ciment est abondant, composé de chlorite primaire ou secondaire, de séricite, de quartz, et d'oxydes de fer, abondants et à l'origine de la coloration brune de la roche altérée. Ces niveaux gréseux renferment accessoirement de la tourmaline, du zircon et du rutile. Ce faciès dominant renferme localement des passées lenticulaires grés-quartzitiques, blanchâtres, composées essentiellement de quartz (jusqu'à 90 %) de feldspaths et de micas détritiques. Le ciment est réduit et chlorito-micacé.

Âge de la formation du Châtellier

La partie basale de cette formation est calée par l'âge obtenu sur les derniers niveaux schisteux d'Angers-Traveusot qui lui confère un âge caradocien inférieur.

Aucune trace biologique n'a été relevée lors de cette étude. Cette formation est réputée par la pauvreté de sa faune représentée en Bretagne centrale par de rares trilobites (*Dalmanites incertus*), brachiopodes (*Orthis berthoisii*), cystoïdes et bivalves.

La formation de Riadan-Renazé (osb-6, osb-6a) (150 à 300 m ?) (Caradocien supérieur-Ashgillien) : siltites micacées feldspathiques à niveaux ardoisiers et calcareux

L'augmentation progressive des niveaux silteux et la diminution des faciès gréseux au sommet de la formation du Châtellier marque le passage à la formation de Riadan-Renazé. Autrefois dénommée « Schistes à *Trinucleus* », « Schistes de Riadan », cette formation, présente ici uniquement dans le synclinal de Martigné-Ferchaud au niveau de la dépression de Renazé, a été intensément exploitée au cours des XIX^e et XX^e siècles sur les deux rives du cours du Chéran. Les principales exploitations se situent au niveau des communes de Saint-Saturnin-du-Limet (ardoisières de la Rivière et de la Gautrie), et de Renazé (ardoisières de Saint-Aignan, de Longchamps, de Renazé même, de la Menottière, de la Grande-Métairie, du Favier, du Repenelais). Sa puissance estimée entre 200 et 300 m à l'Ouest sur la feuille de Châteaubriant se restreint très rapidement vers l'Est, cet ensemble schisteux disparaissant à la hauteur de la confluence entre le Chéran et l'Oudon (recouvrement par les formations superficielles très développées dans ce secteur). En l'absence du niveau repère des grès du Châtellier, l'extension de cette formation signalée par Y. Herroin *et al.* (1990) au-delà vers l'Est (synclinal de Châteauneuf-sur-Sarthe = terminaison du synclinal de Martigné-Ferchaud) n'a pu être mise en évidence (lacune sédimentaire, lacune d'observation, biseau tectonique ?) Y. Herroin *et al.*

signalent cependant encore une fois une forte réduction de la puissance de ces schistes, la formation se réduisant à une centaine de mètres à l'Est.

Les différences en les deux ensembles subardoisiers à ardoisiers d'Angers-Traveusot et de Riadan-Renazé sont beaucoup trop réduites pour que l'on puisse avec certitude les distinguer sur le terrain en l'absence de niveau-repère. Les faciès ardoisiers présents à l'Est de la confluence Oudon-Chéran ont ici sur cette feuille de Craon été intégrés dans la formation des Schistes d'Angers. Ceci est en accord avec la cartographie présentée sur la feuille 1/80 000 de Château-Gontier, mais également logique si l'on considère les diminutions de puissance d'Ouest en Est signalées par les différents auteurs, et le caractère « lacunaire » à l'Est des grès du Châtellier qui permet d'envisager une éventuelle absence de cette formation.

Le faciès le plus courant correspond à des siltites grises, verdâtres à noires, schistosées, généralement plus grossières et frustres dans la partie basale, devenant plus fines et ardoisières au fur et à mesure que l'on monte dans la série. Quelle que soit la granulométrie, la composition minéralogique reste identique. Ces roches apparaissent essentiellement constituées de quartz, de micas (muscovite-séricite) et chlorite détritique ou néoformée, de biotite détritique, et de feldspaths essentiellement plagioclasiques. Elles renferment accessoirement du rutile en fines aiguilles, des grains de zircon, de tourmaline, de leucoxène, et de la pyrite, abondante parfois en nodules. Quelques intercalations à tendance plus gréseuse y sont signalées à tous les niveaux, à caractère micacé, chlorite abondante, avec parfois quelques plages de carbonates.

On assiste donc après les grès du Châtellier à un retour vers une sédimentation plus fine dans un milieu devenant de plus en plus distal par rapport au littoral.

Âge de la formation de Riadan-Renazé

Aucun fossile n'a été observé lors des levés bien que cette formation en ait livré un certain nombre lors de son exploitation (communication orale anciens mineurs). Ces fossiles y sont cependant peu nombreux, et en général très fortement déformés et mal conservés. La faune de Riadan-Renazé, moins riche et moins variée que celle d'Angers-Traveusot, se signale dans la région par la présence de trilobites (*Omnia grenierie*, *Kloucekia dujardini* *Colpocoryphe lennieri*, *Dalmanitina* cf. *socialis*, *Prionocheilus pulcher*) caractéristiques du Caradocien. Quelques gastéropodes y sont recensés, dont *Pleurotomaria bussacensis* localisé préférentiellement dans la partie sommitale avec des lamellibranches et des crinoïdes. Dans la région de Bain-de-Bretagne, quelques microorganismes à « cachet caradocien » ont été distingués notamment *Jenkinochitina tanvillensis*, *Desmochitina minor*, *Conochitina* sp., et

Belochitina robusta. Les ardoisières de Riadan ont également livré *Trinucleus pongerardi*, *Acidaspis buchi*, *Pharostoma pulchra*, *Illoenus beaumonti*, *Dalmanites incertus*. Si l'âge caradocien est clairement admis pour la majeure partie de cette formation, l'âge ashgillien attribué à sa partie sommitale reste encore aujourd'hui plus qu'incertain et problématique dans la mesure où les formations sus-jacentes observées dans la région sont soit azoïques et ne permettent donc pas de caler avec précision le niveau (formation de la Chesnaie sur Châteaubriant ; Ashgillien ? – Llandovérien) soit directement attribuées au Silurien. La possibilité d'un âge ashgillien *pro parte* pour la partie sommitale de la formation de Riadan-Renazé reste donc encore à confirmer. Cette formation peut être considérée à l'échelle régionale comme un équivalent latéral de la formation gréseuse de Saint-Germain-sur-Ille d'âge caradocien-ashgillien.

Silurien

Quartzites et grès quartzitiques (Silurien indifférencié) (s1-3, s1-3~~4~~)

Les terrains siluriens sont présents ici dans le synclinal de Martigné-Ferchaud. Ils se subdivisent selon J.L. Herroin *et al.* (1990) en trois formations principales (*cf.* fig. 3), successivement de bas en haut :

La formation de la Chesnaie, azoïque, attribuée à l'Ashgillien (?) – Llandovérien inférieur (?) se décomposant comme suit :

- un terme basal ou « Grès de base » d'environ 25 à 30 m de puissance représenté par des quartzites clairs saccharoïdes, matures, assez bien classés, à grain fin, essentiellement composés de quartz et à ciment phylliteux très réduit (séricite-chlorite) ;
- un terme supérieur ou « Schistes moyens » de 60 à 70 m de puissance à faciès fin proche de ceux situés au sommet de la série de Riadan-Renazé, et correspondant à des siltites argileuses tendres jaune verdâtre à gris noirâtre, constituées de micas (séricite-muscovite) de chlorite et de quartz.

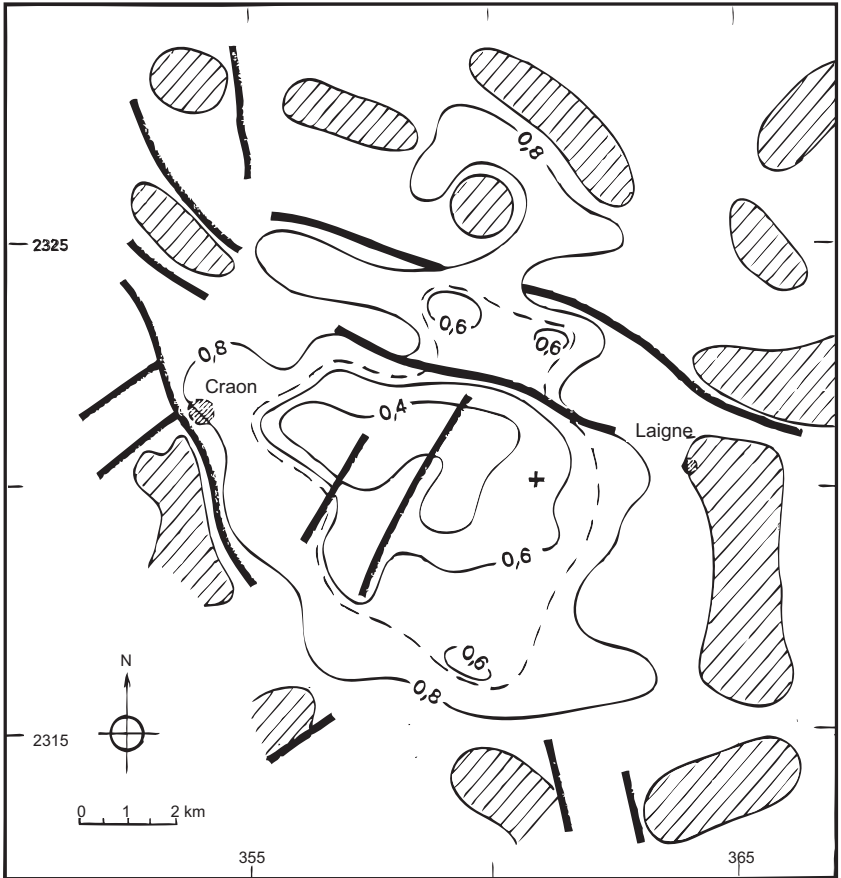
La formation de Poligné, puissante de 60 à 70 m, représentée par des quartzites clairs et psammites ou « Grès culminants », apparaissant régulièrement en relief. Le faciès majeur est un grès blanc saccharoïde à texture quartzitique en bancs décimétriques à métriques. Ce faciès est également essentiellement composé de quartz avec un ciment phylliteux très réduit, intergranulaire, à séricite-muscovite, chlorite. La présence d'une faune à *Glyptograptus tamariscus*, *Monograptus sedgwicki*, *M. lobiferus*, et *M. cf. distans* caractéristique des zones 19 à 21 de Grande Bretagne permet de situer ces niveaux au Llandovérien moyen à supérieur.

La formation de Renac, d'âge Wenlockien – Ludlowien (?) constituée d'ampélites, de shales bleu sombre, de grès, et de siltites à lamines, et connue sous

l'appellation de « Schistes à sphéroïdes ». Les grès psammitiques rubanés gris-bleu à noirâtres constituent le seul marqueur utilisable sur le terrain (Herroin *et al.*, 1990). Les boules gréseuses ou sphéroïdes ont livré de nombreux fossiles dont des graptolites (*Monograptus dubius*, *M. priodon* fixant un âge wenlockien, sans exclure un âge ludlowien), des *Cardiola*, *Ceratiocaris*, des ostracodes et des orthocères.

Sur la feuille de Craon, les formations siluriennes, absentes dans le synclinal de Segré, occupent le cœur du synclinal de Martigné-Ferchaud. Elles reposent à l'Ouest sur les schistes ardoisiers de Riadan-Renazé et à l'Est sur ceux d'Angers-Traveusot. Les terrains siluriens constituent une structure lenticulaire, d'extension variable, plus ou moins continue d'Ouest en Est, fréquemment décalée par les jeux de failles. Ils apparaissent en relief par rapport aux schistes ardoisiers sous-jacents. Quelques petites « lentilles » dissociées de la masse principale peuvent également être observées à l'Ouest de L'Hôtellerie-de-Flée, près des fermes du Petit-Souvré et de la Petite-Rivière, à 2,5 km au Sud du Châtelais sur la butte du château de la Faucille, ou encore à 3 km au Sud de Bouchamps-lès-Craon sur la ferme de la Bruyère en bordure du Chéran.

Le passage entre la formation sous-jacente ardoisière est très tranché, brutal, et se marque par l'apparition de faciès gréso-quartzitiques massifs blanchâtres, ayant fait l'objet dans ce synclinal de petits travaux d'exploitation, notamment immédiatement au Nord de Renazé. Si la distinction entre les schistes ardoisiers et les grès de base est évidente, celle entre les différents faciès décrits par Y. Herroin sur les feuilles à 1/50 000 de Châteaubriant et Château-Gontier apparaît ici nettement plus problématique. Les terrains siluriens n'apparaissent ici que sur les sommets et plateaux où ils constituent de vastes épandages pratiquement exclusivement composés d'éléments centimétriques à décimétriques de grès-quartzites blancs à grisâtres, plus ou moins sableux et mélangés à des argiles et limons d'altération. Les formations schisteuses et ampéliteuses siluriennes (« Schistes moyens » de la Chesnaie, shales et ampélites de Renac) décrites à l'Ouest (Herroin *et al.*, 1990) sont ici inexistantes aussi bien à l'affleurement qu'en « volantes » dans les champs (lacune sédimentaire ? d'observation ? totalement altérées ?). Étant donné la similitude existant entre les différents faciès gréseux de la Chesnaie, de Poligné et de Renac, il s'avère, en l'absence de l'observation des siltites et ampélites siluriennes, extrêmement difficile de distinguer sur le terrain ces différents horizons de grès et par conséquent les différentes formations auxquelles ils se rattachent. Afin de garder une certaine cohérence avec les levés effectués à l'Ouest comme à l'Est (Herroin *et al.*, 1990 ; Brossé *et al.*, 1988), le choix a été fait ici de regrouper les terrains siluriens sous un seul terme, celui de Silurien indifférencié (S1-3). Un âge llandovérien à ludlowien a été attribué à cette unité silurienne conformément aux indications fournies sur les cartes voisines.



Légende

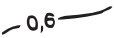
-  Discontinuité gravimétrique
-  Hétérogénéités lourdes
-  Limite de l'hétérogénéité légère intrabroviarienne
-  Isobathes moyennes de l'enveloppe supérieure probable du massif granitique
-  Affleurement du granite de Craon

Fig. 5 - Synthèse des résultats de la campagne de géophysique (gravimétrie et sondages électriques) réalisée dans la région de Craon dans le cadre de la reconnaissance de la structure du granite de Craon (Guérangé *et al.*, 1984)

En l'absence de toute attribution précise à l'une ou l'autre des formations (Renac, Poligné, la Chesnaie), le faciès majeur observé sur les plateaux est un grès quartzitique massif, en majorité très clair, blanc, accessoirement plus foncé, gris sombre, très dur à pulvérulent, à grain fin à moyen. La roche est essentiellement composée de grains de quartz plus ou moins recristallisés et subjoinctifs avec un ciment micacé réduit à un fin liseré intergranulaire.

Ces grès ont fait l'objet de travaux de recherches ou ont été exploités, notamment à la sortie nord-est de Renazé sous la ferme de la Cote-de-Rochepoulain, et à 2,5 km au Sud de Bouchamps-lès-Craon (ancienne ferme de la Bruyère).

Cette série silurienne marque sur ce secteur comme dans de nombreuses régions la fin de la période paléozoïque. Son démantèlement peut comme pour le Grès armoricain conduire à des petites accumulations de sables et graviers situées en contrebas de ces faciès.

ROCHES MAGMATIQUES EN PETITS MASSIFS OU FILONS. ROCHES FILONIENNES

Les roches magmatiques sont ici très réduites. Les nombreux filons de microgranites et dolérites visibles sur les cartes de Cossé-le-Vivien, Château-Gontier, Meslay-du-Maine, Évron, Le Lion-d'Angers, notamment le long du cours de la Mayenne, sont ici absents. Les intrusions magmatiques présentes sur cette zone se limitent au « granite de Craon ». Les structures filoniennes quartzieuses sont par contre omniprésentes mais préférentiellement concentrées dans les faciès anciens du Néoprotérozoïque.

« Granite de Craon » (granite sous couverture) (Y)

Le « granite de Craon » est localisé entre Craon et Laigné (à l'Est direction Château-Gontier) et est intrusif dans les formations briovériennes qu'il affecte. Il a été étudié en 1983-84 par J. Guerangé *et al.* dans le cadre d'un projet de recherche mené par le BRGM pour le compte de l'ANDRA. Ce projet visait à déterminer les possibilités de stockages de déchets radioactifs, en contexte géologique de socle sous couverture pour la région de Craon, et de schistes pour celle de Château-Gontier. Plusieurs études ont été réalisées, géophysique (sondages électriques, gravimétrique) (fig. 5), hydrogéologique et géologique. Elles ont permis de mettre en évidence entre Craon et Laigné, une anomalie gravimétrique légère s'expliquant soit par l'existence d'un massif granitique en profondeur soit par celle d'un bassin « intrabriovérien » constitué de formations plus légères que son encaissant. Cette dernière hypothèse, incompatible tant lithologiquement que structuralement, a été abandonnée au profit de l'hypothèse

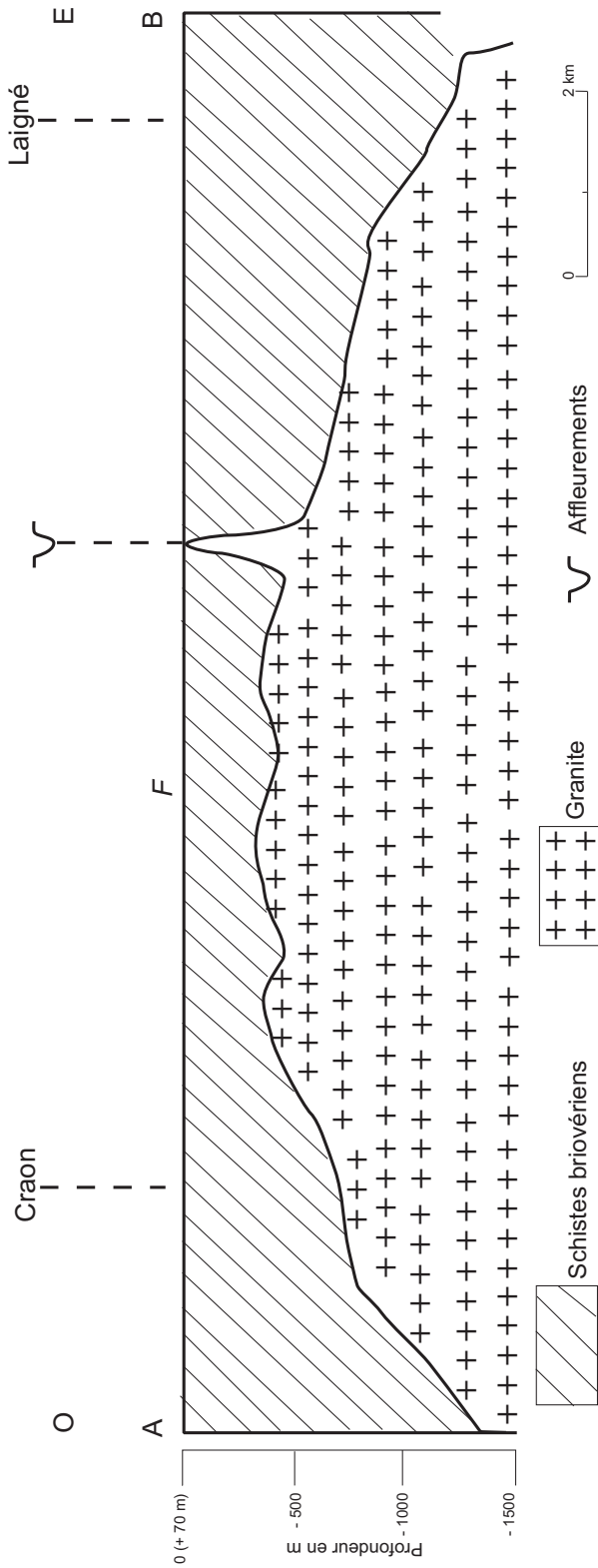


Fig. 6 - Coupe schématique du granite de Craon. Synthèse des résultats des études géologiques menées sur la région de Craon (Guérangé et al., 1984)

« granite ». Celle-ci a été confirmée sur le terrain par la mise en évidence d'une anomalie thermique se traduisant par un métamorphisme de contact affectant les terrains briovériens (schistes tachetés, néoformation de biotite).

Les modélisations réalisées sur cette zone ont conclu à l'existence d'un massif granitique d'une épaisseur moyenne de 1,5 km, dont l'apex a été estimé au minimum à 400 m de profondeur (fig. 6). La superficie de ce massif granitique pourrait atteindre en section à 800 m de profondeur environ 40 km².

La terminologie de « granite de Craon » est logique dans la mesure où cette entité est indéniablement présente, ainsi que l'attestent les différentes observations et études menées dans le cadre de cette reconnaissance géologique. Néanmoins, il est plus logique de mettre cette appellation entre « guillemets », ce granite étant sous couverture à près de 400 m de profondeur et ne se manifestant en surface que par quelques rares affleurements d'extension très restreinte.

Le principal point d'observation correspond à une petite carrière de moins d'une centaine de mètres de long, aujourd'hui en grande partie rebouchée, située à 3 km au Sud-Ouest de Laigné, à environ 100 m au Nord de la ferme de la Pelleterie (cf. affleurements remarquables). Ce granite a également été décelé en plusieurs points situés majoritairement à l'Est de cette carrière, entre celle-ci et la route de Laigné-Ampoigné (près des fermes du Haut-Mazerit, de Clariot, du Coudray, des Morandières). Il est également observable en place à 1 km au Nord-Ouest de la carrière à la ferme de Roche-Taillis sous la forme d'un filon injecté dans le Briovérien.

Bien qu'il soit altéré, étant donnée la taille des « affleurements » et afin de faciliter son repérage sur la carte, le « granite de Craon » a été figuré avec une teinte de faciès non altéré.

Le « granite de Craon » correspond à une roche mésocrate, à grain moyen ne dépassant pas 5 mm, et sans orientation préférentielle des minéraux.

Au microscope (Chèvremont, 1983), elle est à texture hypidiomorphe grenue, et est composée de quartz en grandes plages globuleuses mono à polycristallines à extinction onduleuse (déformation ductile) englobant des plages de biotite, ou en petits cristaux corrodant les plagioclases. Ces derniers sont acides, en lattes automorphes, à zonage oscillatoire complexe, et à inclusions fréquentes de petites lattes de plagioclase plus précoce et/ou de fines lamelles de biotite.

Le feldspath potassique est peu abondant, en plages interstitielles ou en taches dans les plagioclases.

Les micas sont représentés par la biotite (7 % de la composition modale) brune en lamelles à fréquentes inclusions de zircon et parfois d'apatite et, en proportion

moindre, par la muscovite. Ces roches renferment accessoirement du sphène, du rutile en aiguilles « maciées sagénite », et de la pyrite en cristaux disséminés.

Les phénomènes d'altération deutérique à hydrothermale sont peu développés, simplement marqués par une légère altération en feldspath potassique et/ou phyllosilicates (muscovite-séricite) du plagioclase acide, et une faible chloritisation ou muscovitisation de la biotite.

Au point de vue composition chimique (tabl. 1 et 2), le granite de Craon est proche d'un monzogranite, subleucocrate, sodipotassique, alumineux (modérément) normal en quartz. Il se marque par des teneurs relativement élevées en Li, Be et Sn, à l'inverse faibles en Sr, Cu, Ni, Co, V et Ti. Ce granite est un granite évolué appartenant à la famille des granites métallogiquement « spécialisés » susceptibles de donner naissance à des minéralisations de type « départ acide » à étain (Sn), tungstène (W) et lithium (Li).

Ses caractéristiques pétrographiques et chimiques permettent d'envisager une liaison génétique avec les granites alumineux de la zone centre-armoricaine, notamment le leucogranite du Pertre au Nord (Cossé-le-Vivien, Vernhet, 2009), d'âge carbonifère (Tournaisien-Viséen).

Ce granite sous couverture développe en surface au niveau de ses apophyses un métamorphisme de contact au sein des terrains briovériens, se marquant très ponctuellement par l'observation de faciès tachetés. Le stade de la cornéification n'est pas atteint à ce niveau de la pile sédimentaire briovérienne. Il entraîne

Éléments majeurs	Teneurs (en %)
SiO ₂	73,90
TiO ₂	0,16
Al ₂ O ₃	14,20
Fe ₂ O ₃	1,67
FeO	1,20
MnO	0,04
MgO	0,30
CaO	0,99
Na ₂ O	3,40
K ₂ O	4,60
P ₂ O ₅	0,11
Perte au feu à 1 000 ° C	0,45

Tabl. 1 - Teneurs en éléments majeurs de l'échantillon CRA1 du granite de Craon (dosage par fluorescence" X) (in Guérangé et al., 1984)

Éléments traces	Teneurs (en ppm)
Li	234
Be	21
B	9
V	13
Cr	36
Co	0
Ni	28
Cu	11
Zn	41
As	7
Sr	74
Y	13
Nb	29
Mo	0
Ag	0,0
Cd	2
Sn	22
Sb	10
Na	248
La	12
Ce	56
W	9
Pb	67
Bi	4
Zr	113

Tabl. 2 - Teneurs en éléments en traces de l'échantillon CRA1 du granite de Craon (dosage par spectromètre à émission de plasma : méthode ICP) (in Guérangé *et al.*, 1984)

également une modification de l'indice de cristallinité des illites avec des valeurs anormales faibles comprises entre 1,6 et 1,8.

Filons de quartz (Q)

Ils sont communs sur toute la région, de puissance décimétrique à métrique et recoupant principalement les formations néoprotérozoïques *s.l.* Les structures quartzeuses sont par contre nettement plus discrètes dans le Paléozoïque, principalement localisées dans la partie nord-ouest du synclinal de Martigné-Ferchaud. Elles sont à mettre en liaison avec les jeux des accidents N40° à N50°E. Le quartz apparaît généralement sous la forme de filons plus ou moins démantelés, en blocs pluricentimétriques à décimétriques, éparpillés dans les labours et accumulés dans les fonds de vallées. Les levés réalisés sur cette zone ont mis en évidence quelques structures majeures qui ont pu être suivies sur plusieurs centaines de mètres (jusqu'à 500 m de long), aussi bien dans le Briovérien que dans le Paléozoïque.

Plusieurs réseaux filoniens quartzeux ont pu être distingués avec des orientations très variables :

- un réseau N60°E à N70°E, le mieux marqué, visible dans tout le Briovérien, et dans la partie nord du synclinal de Martigné-Ferchaud. Il est associé à des failles de même direction, décalant très nettement les formations paléozoïques de ce dernier ;
- et un réseau N100°E à N120°E, réduit, que l'on retrouve concentré au Nord de Craon au niveau de l'axe aurifère des Miaules (*cf.* Cossé-le-Vivien), mais en proportion nettement moindre par rapport à ce qui a été observé sur Livré-Athée et Ballots au Nord.

Les filons N60°E à N70°E constituent un véritable champ filonien aligné selon la diagonale SW-NE, que l'on peut suivre sur près de 25 km depuis La Chapelle-Hullin au Sud-Ouest jusqu'à Laigné au Nord-Est.

Le quartz est blanc laiteux à grisâtre, parfois noir (déformation ultérieure du filon), massif, plus ou moins fracturé, parfois accompagné de quelques plages éparées de chlorite, de paillettes de micas, ou d'enduits ferrugineux. Ces filons sont au niveau de l'axe aurifère des Miaules (*cf.* chapitre minéralisations) susceptibles de renfermer des plages de sulfures et d'or.

Leur mise en place est sans aucun doute liée aux phases de déformations cassantes majeures qui affectent la zone, mais peut également trouver son origine dans l'activité magmatique qui a marqué la région notamment au Carbonifère.

MÉSOZOÏQUE-TERTIAIRE

Formations à sables, argiles, graviers, galets, indurations ferrugineuses, silcrètes (âge indéterminé ou imprécis)

Les sables, graviers, galets, argiles et encroûtements ferrugineux (c1-p) (0 à 30 m ?) (Cénomanien à Pliocène ?)

Les terrains attribués au Mésozoïque-Tertiaire sont représentés sur toute la région par des dépôts de sables fins à grossiers, plus ou moins argileux, blancs à ocre, et plus ou moins accompagnés de graviers et galets. Sur la zone d'étude, ces dépôts sont très présents à l'Est où ils constituent une bande sablo-graveleuse de près de 13 km de long depuis Chemazé au Sud jusqu'à Loigné-sur-Mayenne au Nord, se poursuivant au Nord sur la feuille de Cossé-le-Vivien jusqu'à Laval et même au-delà (Mayenne). Cette bande atteint ici dans sa plus grande largeur d'Est en Ouest jusqu'à 7 km. Ces dépôts sont essentiellement localisés sur les plateaux, couvrant de vastes surfaces planes (ancienne paléosurface ?) situées à une cote moyenne de 85 à 90 m. Ils constituent aussi bien de simples placages résiduels mélangés aux altérites et limons, que d'importantes accumulations

remplissant des cuvettes d'extension latérale très variable, depuis quelques mètres jusqu'à plusieurs centaines de mètres. Les épaisseurs peuvent atteindre jusqu'à une dizaine de mètres sur cette zone. Les sondages enregistrés dans la banque de données du sous-sol (BSS) donnent sur le plateau de Chemazé des épaisseurs dépassant localement les 35 m. Ces puissances sont cependant à prendre avec précaution, les retombées de sable et graviers lors de la foration ne pouvant être exclues. Sur le secteur de Mayenne plus au Nord (Vernhet *et al.*, 2009), ces sables atteignent jusqu'à 20-25 m de puissance (Glaintin, Chantrigné).

Ces dépôts sableux sont également présents en dehors de cette bande, sous la forme de petites accumulations disséminées sur l'ensemble de la carte, sur le substratum briovérien et paléozoïque, notamment sur ou en contrebas des barres de Grès armoricain ou de grès siluriens. Ces faciès sont essentiellement observables dans les labours, où ils constituent de vastes épandages de sables, graviers et galets, mélangés aux altérites sous-jacentes ou aux limons. On les observe très ponctuellement au niveau des talus et fossés de route.

La taille des galets est en moyenne de l'ordre de 3 à 4 cm, avec une composition à dominante quartzeuse. Les sables associés sont fins à grossiers, en apparence assez mal triés, plus ou moins argileux, verdâtres à blanchâtres, à tendance rougeâtre à ocre dans la partie supérieure (pédogenèse de surface). Ce matériel évolue à l'approche des terrains paléozoïques, notamment à proximité des barres gréseuses ordoviciennes, avec la présence d'éléments plus frustres, plus grossiers pouvant atteindre jusqu'à 10 cm de long (démantèlement des grès ordoviciens probable).

Par rapport aux dépôts observés au Nord sur la région de Cossé-le-Vivien, un seul faciès a été distingué ici. Il est constitué de sables argileux fins à grossiers, blancs à rougeâtres accompagnés d'une très forte proportion de graviers et galets. Quelques niveaux ou encroûtements ferrugineux y sont associés. Ce niveau, noté (C1-p) et généralement à l'état de galets dispersés dans les labours, n'a fait l'objet que de quelques petites extractions à caractère artisanal, aujourd'hui rebouchées. La sablière de Bel-Air située à environ 5 km à l'Ouest de Château-Gontier sur la D 22, est actuellement la seule carrière industrielle en exploitation sur cette zone (groupe Lafarge).

Description de quelques sablières de la région

Plusieurs exemples sont présentés ci-après afin de replacer ces dépôts dans leur contexte et de « tenter » d'en préciser l'âge. Ils sont tirés des travaux réalisés lors des levés des cartes géologiques à 1/50 000 de Château-Gontier, de Meslay-du-Maine et de Cossé-le-Vivien, et des études sédimentologiques menées par M.F. Ollivier-Pierre (1963) et L. Fleury *et al.* (1989) sur la région d'Entrammes et de Laval. Le positionnement de ces points d'observation est précisé sur la figure 7.

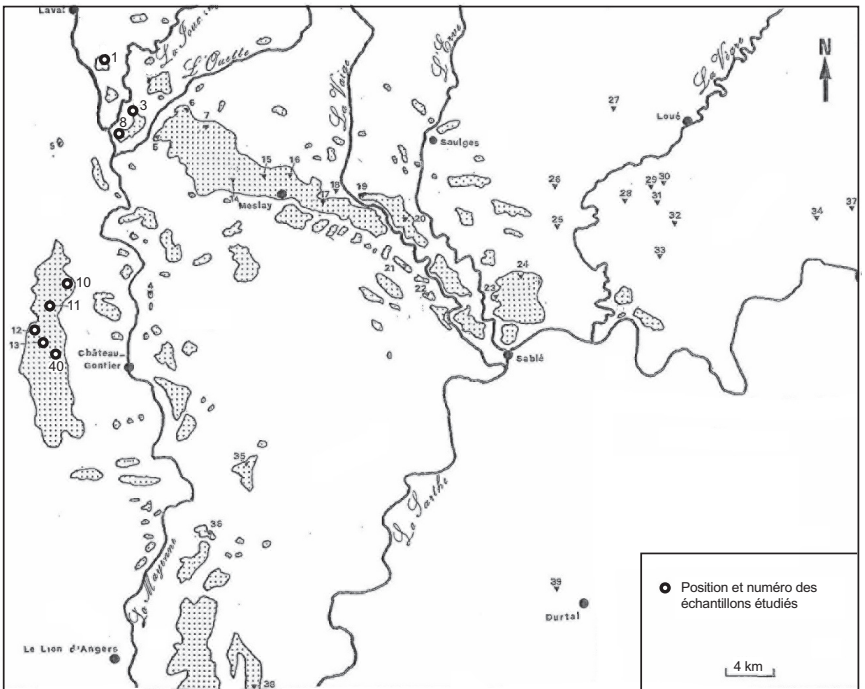


Fig. 7 - Répartition des sables dans Le Maine méridional et le Nord de l'Anjou. Localisation des carrières ou affleurements étudiés par L. Fleury *et al.*, et cités dans le texte (d'après Fleury *et al.*, 1989, modifié). 1 : l'Huisserie ; 3 : la Tanchonnaire ; 8 : la Bétonnière ; 10 : la Grande-Tuilierie ; 11 : les Globinières ; 40 : Bel-Air

La sablière de Bel-Air (fig. 7 ; point 40)

Cette sablière est située au Nord-Est de la carte au niveau du lieu-dit « Bel-Air » sur la D 22, à 3,8 km de Bazouges en direction de Craon. Elle est actuellement exploitée par le groupe Lafarge, et permet d'observer un front de taille d'environ 7 à 8 m de haut attaquant ces formations jusqu'au substratum briovérien.

La partie basale est représentée par des argiles plastiques verdâtres à jaunâtres correspondant aux altérites des siltites briovériennes. Sur ces argiles, repose un niveau très riche en galets d'environ 1 m de puissance caractérisé par une matrice sablo-argileuse réduite et des galets couverts par une enduit noirâtre. Vient ensuite un niveau plus fin sablo-argileux gris, jaune à roux, à graviers et petits galets qui alterne jusqu'au sommet du front de taille avec des niveaux riches en galets et à matrice argilo-sableuse plus développée. Les épaisseurs de ces différents horizons sont très variables, comprises entre 10 et 50 cm. Ces couches horizontales à faiblement inclinées, définissent des structures chenalisantes de grande amplitude, avec présence de figures de stratification entrecroisée. Les éléments sont millimétriques à pluricentimétriques, atteignant pour les galets jusqu'à 5 à 6 cm, en majorité bien roulés, constitués de quartz blanc ou gris, de quartzite et, dans la partie basale, de grès ou siltites du Briovérien complètement décomposés. Quelques nodules ferrugineux y sont également présents. La fraction argileuse y est importante (près de 25 % d'après le responsable de la sablière) et constitue un handicap important pour l'exploitation.

Plusieurs échantillons ont été prélevés à différents niveaux en 2006. Ils ont été confiés pour étude à C. Bourdillon en 2007 (société Eradata ; le Mans, *cf.* annexe).

Parmi les principaux résultats obtenus par C. Bourdillon, on retiendra :

Pour les faciès riches en galets :

- une fraction grossière abondante de la classe des rudites avec des petits galets à patines diverses, très recristallisés (quartzite et quartzarénite) atteignant jusqu'à 2,5 cm ;
- une importante fraction détritique de quartz de la classe des arénites en grains subanguleux à arrondis, très choqués et d'aspect sale, ou anguleux à émoussés luisants ;
- plus accessoirement des grains de quartz silteux, des débris siliceux ou silicatés à patine rouille, des débris pyriteux et ferro-magnésiens, de rares grains de minéraux opaques.

Pour les faciès sableux fins :

Ils sont constitués de petits grains détritiques de quartz fins, anguleux à émoussés luisants à surface finement piquetée, translucides à transparents

ou plus laiteux, et d'une fraction très abondante (40 % du total) de quartz silteux anguleux.

Pour les faciès argileux de base :

Ils sont constitués d'argile feuilletée silteuse beige à reflets verdâtres, de grains détritiques de quartz anguleux à émoussés luisants avec de nombreuses traces de choc, parfois à aspect sale, de la classe des arénites, de grains détritiques de quartz anguleux très altérés plus fins (et feldspath ?), de débris limonitiques ou argileux de couleur ocre à rouille, et de quelques microcristaux de pyrite et débris d'encroûtements et de nodules ferrugineux.

Des débris ligniteux et enduits bitumineux ont été observés dans les faciès grossiers et argileux. Le test palynologique effectué sur la matière organique extraite de ces débris ligniteux et enduits s'est avéré stérile en raison du degré d'altération de ces matériaux.

Pour C. Bourdillon, les faciès présents dans cette carrière de Bel-Air sont d'origine continentale, probablement dès le début, *de milieu de type deltaïque, fluvial à estuarien ayant enregistré une altération secondaire.*

La sablière de la Grande-Tuilerie (fig. 7, point 10)

Elle est localisée sur la commune de Loigné-sur-Mayenne (X = 368,300 ; Y = 324,875 ; Z = 95 à 101 m). Les études réalisées sur cette sablière (Fleury *et al.*, 1989) ont permis de distinguer sur environ 6 m de puissance, des graviers de quartz de 0,5 à 5 cm de long, pris dans une matrice sableuse rougeâtre légèrement silteuse, avec de place en place, des lentilles sableuses rouges d'épaisseur inférieure à 0,50 m, localement à sable silteux gris dans la partie centrale. La découverte d'un galet de 8 cm de siltite complètement altérée atteste de la présence du substratum briovérien silteux identifié sur ce secteur.

La sablière des Globinières (fig. 7 ; point 11)

Elle est située sur la commune de Marigné-Peuton à une altitude de 97-98 m. Les observations faites dans cette sablière (Fleury *et al.*, 1989) sont similaires à celles de la carrière de la Grande-Tuilerie : on y retrouve une masse de sables et graviers à fines lentilles de sable silteux gris (5 cm), une fraction sableuse moyenne à fine, quelques concrétions siliceuses et des grains de la fraction 3,15-5 mm à forme assez arrondie. Ce niveau est sensiblement identique à la première couche de la Grande-Tuilerie.

Le plateau de la Bétonnière (Fleury *et al.*, 1989) (fig. 7 ; point 8)

Les travaux routiers de la déviation de la N 162 effectués au Sud d'Entrammes (feuille Meslay-du-Maine) au niveau du plateau de la Bétonnière ont recoupé à une altitude de 90 m des sables grossiers à galets de quartz et de

quartzite, en poches métriques reposant sur des sables rouges argileux. Ces sables sont grossiers, à grains de quartz à forme irrégulière à subarrondie, émoussés, à surface luisante et fréquemment piquetés. Les galets de quartz sus-jacents atteignent jusqu'à 8 cm de long. Cette formation à sable, graviers et galets est à tout point de vue similaire aux terrains qui sont observables à l'Est sur la feuille de Meslay-du-Maine et attribués sur cette zone au Pliocène (Ménillet *et al.*, 1988).

L'âge de ces sables et graviers

Dans ces différents exemples, aucune faune n'a été décelée ou tout du moins, n'a pu être identifiée notamment en raison du caractère très acide de ces faciès. Ceci explique en grande partie la difficulté à attribuer un âge précis à ces sables et graviers qui sont, par manque d'informations, régulièrement cartographiés en Pliocène sur les différentes cartes de la région.

Cependant, plus au Nord, dans les secteurs de Laval, Entrammes et Mayenne, quelques sablières localisées dans des zones en dépression ont livré des indices fossilifères permettant de cerner « un peu mieux » le problème.

Même si elles ne sont pas dans le domaine d'étude, elles apportent des informations primordiales à la connaissance de ces terrains.

C'est le cas de la sablière de la Tanchonnière (fig. 7 ; point 3) où des spores et pollens d'âge Ludien terminal ont été identifiés dans des argiles de base (Farjanel *in* Fleury *et al.*, 1989) (*cf.* notice carte Cossé-le-Vivien ; Vernhet *et al.*, 2009).

D'autres sites situés à Laval ou à proximité ont permis d'obtenir des âges Éocène inférieur (la Coconnière ; Ollivier-Pierre, 1963), Cénomaniens et Sannoisiens (Saint-Nicolas, quartier de Laval ; Durand *et al.*, 1973), Oligocène (Thévalles en limite sud de Laval ; Dollfus, 1921). Ces sites sont décrits dans la notice de la carte de Cossé-le-Vivien (Vernhet *et al.*, 2009) à laquelle nous renvoyons.

Toutes ces études conduisent donc à considérer au moins pour une partie de ces sables un âge compris entre l'Éocène inférieur et l'Oligocène inférieur.

Les travaux de S. Durand *et al.* (1973) au niveau du site de Saint-Nicolas ont permis d'aller encore plus loin en mettant en évidence la présence de « reliques » cénomaniennes dont la présence a également été confirmée récemment au Nord dans la région de Mayenne (carrière de Glaintin ; feuille 1/50 000 Mayenne ; Quesnel, Wyns, Vernhet, *in* Vernhet *et al.* ; 2009). Dans cette sablière des niveaux argileux situés sous une vingtaine de mètres de sables et graviers ont en effet permis d'observer des débris de bois associés à

une faune et une flore d'origine continentale, sous influence marine proche, attribuables au Crétacé (Albo-Cénomanien) (Fauconnier, 2004 ; cf. notice carte Mayenne, Vernhet *et al.*, 2009). Ils confirment clairement l'extension vers l'Ouest de la transgression cénomaniennne.

Si l'on résume les différentes études présentées ci-dessus, les formations sablo-graveleuses reposent aussi bien sur le substratum néoprotéro-paléozoïque que sur les argiles cénomaniennes ou les argiles et sables éocènes à oligocènes. Rien n'empêche donc d'envisager qu'une partie de ces sables soit d'âge Cénomanien (Mayenne-Glaintin, Saint-Nicolas) le restant correspondant à des dépôts mis en place entre l'Éocène et le Pliocène (la Tanchonnière, la Coconnière, Thévalles).

La distinction entre ces différents niveaux de sables cénomaniens à tertiaires reste de toute façon très aléatoire dans la mesure où ce sont les mêmes matériaux protérozoïques et paléozoïques qui ont été remaniés par les rivières et mers cotières depuis le Cénomanien (probable) jusqu'au Tertiaire. Ceci explique la notation (C1-p) introduite ici comme sur Cossé-le-Vivien à 1/50 000 pour désigner cette formation.

Tous ces horizons fossilifères sont localisés dans des zones basses correspondant probablement à d'anciens grabens (tel que le graben dit de « Conneré » sur la zone de Laval – Cossé-le-Vivien – Meslay-du-Maine ; Wyns, 1991) dans lesquels se sont sédimentés et surtout ont été piégés au cours du Cénomanien et de l'Éocène-Oligocène ces argiles et sables fossilifères, avant d'être en partie repris et remaniés au cours du Pliocène.

Bien que les contours de ces dépressions ou grabens restent imprécis, on peut logiquement considérer que plus l'on se rapprochera de ces dépressions, plus l'on aura de chances de trouver en sondage des témoins préservés d'âge Cénomanien à Oligocène. À l'inverse, les grands épandages situés sur les plateaux et reposant directement sur le socle comme c'est le cas sur Craon ont plus de chance d'être d'âge Pliocène présumé.

L'âge de ces sables et graviers constitue un problème dépassant largement l'échelle de la région, les mêmes questions se posant aussi bien depuis des dizaines d'années à l'Est, comme à l'Ouest, ou au Nord et au Sud de cette zone. C'est un sujet de grande ampleur qu'il faudra un jour se décider à résoudre, ou tout du moins « le tenter ».

Enfin du point de vue paléogéographie, la tendance paraît rester majoritairement continentale avec de grands épandages de type fluvio-deltaïque et des milieux fluvio-lacustres plus ou moins marécageux.

Les grès silicifiés, silcrètes, à galets de la formation sous-jacente, en barre ou blocs épars (S) (Éocène)

Ces faciès sont essentiellement localisés dans le quart sud-est de la carte, en contexte briovérien et sableux dans le triangle Molières – Bourg-Philippe – les Hardières – Chemazé, et, au niveau du Paléozoïque, au Nord d’Aviré et de Montguyon.

Ils se répartissent sur les sommets des collines à l’état de blocs épars pluridécimétriques à métriques, de formes quelconques, ou en blocs tabulaires pouvant atteindre jusqu’à 1 m de puissance et avoisiner le mètre cube. Ces dalles visibles notamment dans le centre de Molières, ont été démantelées au cours des temps pour venir s’accumuler sur les pentes et dans les bas-fonds. Leurs contours sont émoussés (*pro-parte* altération éolienne type « dreikkanter »), irréguliers, arrondis, onduleux, avec une patine brune de quelques millimètres en surface très caractéristique. La roche est très dure, blanche sous la patine et correspond à un grès quartzitique à grain fin à moyen recristallisé, pouvant renfermer accessoirement quelques micas blancs et des oxydes. En contexte sablo-graveleux (C1-p), ces grès cimentent les sables et graviers du substratum sous-jacent, alors que sur les formations paléozoïques notamment sur le Grès armoricain, aucun élément n’y est distingué. Ces faciès attestent de l’existence d’une phase de cimentation siliceuse ayant touché les formations sableuses et gréseuses au cours du Tertiaire avec dans un premier temps, une mise en solution de la silice en liaison avec des phénomènes pédologiques, puis une précipitation de celle-ci dans les zones de circulation de nappes. Ces blocs de grès sont traditionnellement rattachés à l’Éocène continental à climat sub-tropical humide. Ils sont en particulier connus en Anjou où ils ont livré une flore abondante, avec notamment le palmier *Sabalites andegavensis* attribué au Bartonien. L’attribution à l’Éocène de ces « grès de Craon » n’est cependant ici basée que sur une analogie de faciès, aucune flore ou faune n’ayant été ici observée.

QUATERNAIRE – FORMATIONS SUPERFICIELLES ET D’ALTÉRATION

Formations d’altération

Les altérites des terrains paléozoïques et protérozoïques (P)

Rappel : les terrains paléozoïques et protérozoïques décrits précédemment présentent des degrés d’altération plus ou moins développés qui ont été représentés au niveau cartographie avec une notation standard suivie de la lettre P pour les termes altérés au stade de la fragmentation (exemple : b2G_P, S1-3_P). Les termes ayant atteint le stade très évolué de l’argilisation ont été regroupés et figurés pour le Néoprotérozoïque et le Paléozoïque respectivement sous les notations _{Nb2} et _P.

Les altérites sont très largement représentées sur l'ensemble de la zone étudiée et concernent aussi bien les terrains néoproterozoïques que les terrains paléozoïques. Ces phénomènes d'altération sont cependant nettement plus développés dans les formations les plus anciennes briovériennes, avec une argilisation des roches nettement plus poussée, en particulier sur la bordure nord du synclinal de Martigné-Ferchaud et dans l'environnement des grands placages sablograveleux (C1-P). Ces faciès argilisés ~~A~~b2 constituent dans toute la région de vastes étendues favorables à la culture céréalière (Craon, Pommerieux, Ampoigné, Marigné-Peuton, Laigné, La Selle-Craonnaise). On note aussi comme au Nord sur Cossé-le-Vivien, une accentuation progressive du degré d'altération des terrains néoproterozoïques depuis le Nord de la Mayenne jusqu'en Anjou.

L'altération des terrains paléozoïques est globalement nettement moins développée et reste au stade de la fragmentation, avec des surfaces, notamment en contexte gréseux, souvent plus difficiles à labourer et utilisées pour la culture mais aussi en tant qu'herbage. Les faciès paléozoïques argilisés sont étroitement liés aux formations silteuses, que ce soit les « Schistes intermédiaires du Grès armoricain » (O2Gm), ou les schistes ardoisiers d'Angers-Traveusot ou de Riadan-Renazé.

L'altération des différents minéraux ferromagnésiens et des sulfures et oxydes de fer présents dans les roches initiales se traduit par une importante libération de fer à l'origine de la coloration brunâtre à rougeâtre des terrains. La puissance de ces altérites est très variable, de l'ordre de plusieurs mètres, en fonction de la nature initiale de la roche, du contexte structural plus ou moins faillé et déformé pouvant faciliter la circulation des fluides, et de la position topographique de la formation.

Les altérites (~~A~~b2G~~A~~, ~~A~~b2S~~A~~, s1-3~~A~~, O5~~A~~, etc.) des formations protérozoïques et paléozoïques sont composées de fragments centimétriques à pluricentimétriques de roches, plus ou moins friables, décolorés par rapport à leur couleur d'origine, à patine oxydée, dispersés dans les labours et mélangés à des argiles d'altération ou des limons. Selon la nature de la roche d'origine, les éléments se présentent soit en plaquettes devenant de plus en plus tendres et molles (siltites, schistes), soit en petits éléments ou blocs (grès, quartzites). Bien qu'étant en partie désagrégée, la roche d'origine n'en demeure pas moins identifiable.

Les altérites (~~A~~b2, ~~A~~P) sont constituées d'argile d'altération brune à jaunâtre, plus ou moins sableuse, renfermant quelques éléments millimétriques du substratum, de couleur brun foncé, très friables et mous. Des fragments de quartz filonien y sont associés en particulier dans les altérites briovériennes. L'altération très prononcée des faciès silteux du Briovérien ou du Paléozoïque peut conduire à la formation de ce que l'on peut appeler des « pseudo-limons » bruns à jaunâtres, difficilement différenciables à l'œil nu des vrais limons

loessiques pédogénisés. La présence de quartz filonien constitue un excellent critère pour distinguer les vrais des « faux-limons ».

L'âge des altérites

Bien que ces altérites (b2G, S1-3, etc. et (b2, P) soient traitées traditionnellement avec les formations superficielles quaternaires, il est évident que les processus d'altération ayant affecté les différents terrains ont démarré très rapidement après la formation de chaque grande entité géologique et qu'ils se sont poursuivis au cours des temps jusqu'à la période actuelle. Les différentes phases de transgression, de régression, de continentalisation qui se sont succédées pendant toute l'histoire géologique ont conduit à une érosion et à un décapage plus ou moins prononcés de ces altérites. Celles qui sont figurées sur cette zone sont probablement le résultat de la dernière « phase d'altération majeure », la plus récente et contemporaine du Quaternaire, ayant affecté le substratum. Mais des phases d'altération nettement plus anciennes sont toutefois ponctuellement envisageables, comme l'attestent par exemple les altérites argileuses briovériennes « scellées » sous les formations sableuses (C1-p) et pour lesquelles un âge anté-Pliocène, voire anté-Éocène à anté-Cénomaniens peut être envisagé.

Progressivement, ces différentes altérites ont été par la suite érodées, solifluées et colluvionnées sur les pentes et ont alimenté les différentes formations superficielles présentes sur cette feuille.

Enfin, si certains terrains comme les sables et graviers c1-p n'ont pas été figurés en faciès altérés, il n'en demeure pas moins qu'ils ont été également soumis à ces processus d'altération responsables notamment de la rubéfaction de ces niveaux (oxydés de fer).

Grès et ferruginisations cénozoïques

Les grès ferrugineux-cuirasses ferrugineuses (« Roussard »)

Cette formation ferrugineuse ne s'observe que très ponctuellement, en deux endroits :

- à environ 1 km à l'Ouest de Loigné-sur-Mayenne au-dessus de la ferme de la Rouillère ;
- et à environ 2 km au Nord-Est de Pommerieux, au-dessus de la ferme de la Gédonnière.

Ces roches apparaissent à l'état d'éléments et de blocs épars, très durs, de taille décimétrique à métrique, concentrés sur le sommet des buttes et colluvionnés sur les versants.

Elles correspondent probablement, vu l'aspect tabulaire de certains blocs, à une ancienne dalle ferrugineuse de quelques dizaines de mètres d'extension et au maximum un mètre de puissance, aujourd'hui démantelée. Les restes de cette dalle reposent sur les sables et graviers (C1-p), eux même sus-jacents sur les altérites briovériennes. Les quelques excavations présentes laissent à penser que ces niveaux ferrugineux ont été en partie anciennement exploités en tant que minerais de fer.

La roche correspond à un grès ferrugineux de couleur ocre à brun-rouille, lité. On y distingue des passées à grain fin, alternant avec des niveaux plus grossiers à granulométrie hétérogène constitués de grains de quartz millimétriques et d'éléments altérés plus ou moins anguleux atteignant jusqu'à 5 mm. Des horizons gréseux fins à moyens à graviers et galets s'y intercalent avec des éléments essentiellement composés de quartz, plus accessoirement de grès et de quartzite du Briovérien. La taille moyenne des galets se situe autour de 2 à 3 cm, certains pouvant toutefois atteindre une dizaine de centimètres. Des éléments remaniés de cuirasse ferrugineuse peuvent également apparaître au sein de ces grès.

L'âge de cette formation et de cette ferruginisation n'est pas connu avec précision mais pourrait être attribué au Pliocène présumé (?), présent sur place et sur les buttes avoisinantes avec les niveaux à sables graviers et galets.

Les grès-conglomérats ferro-manganiques type « alios, bétain, grison » (S)

Ces concentrations ferro-manganiques, dénommées selon les secteurs « alios », « grison » ou « bétain », sont localisées à l'Est au niveau de zones mal drainées situées sur les grands replats sableux, ou aux fonds des vallons. L'absence de pente favorise la stagnation des eaux de surface, entraînant une précipitation des oxydes de fer et de manganèse. Ces niveaux ferro-manganiques constituent des dalles irrégulières et discontinues pouvant atteindre jusqu'à 1 m de puissance voire plus, et situées sous ou au sein des formations superficielles à environ 1 à 2 m de profondeur. Ces dalles sont régulièrement remontées dans les labours à la faveur de travaux agricoles ou de drainage, à l'état d'éléments pluricentimétriques à pluridécimétriques, voire de blocs pouvant dépasser le mètre cube. La roche est friable à indurée, brun-rougeâtre à taches grisâtres, à cassure quelconque, constituée d'éléments lithiques divers issus du substratum environnant (siltites, grès, graviers, galets, etc.). Ces éléments sont pris dans un ciment, sablo-argilo-ferrugineux brun-noir plus ou moins développé, voire purement limonitique noir et d'aspect terreux. Des traces d'anciennes forges dans les champs (sols noirs avec résidus de fonte) attestent ici comme dans toute la région de l'utilisation ancienne de ces concentrations ferro-manganiques en tant que minerais de fer. Ces agglomérats Fe-Mn sont généralement considérés comme récents et contemporains du Quaternaire récent à actuel.

Épandages continentaux

Ces terrains continentaux ont été subdivisés en deux ensembles, les plus communs sur cette région. Ce sont :

- les colluvions de versants indifférenciées ;
- les dépôts de solifluxion à blocs divers (« heads »).

Les colluvions de versants indifférenciées (C)

Elles sont représentées par des dépôts à granulométrie dominante fine, accumulés dans le fond des vallons, les petites dépressions et surtout en bas de versant. Ces niveaux, bruns à beiges, sont le résultat du remaniement sur les pentes des différents substratums présents (sédiments briovériens, paléozoïques, ou plus récents), en particulier de leurs altérites, et des formations superficielles environnantes (limons, alluvions anciennes etc.). Ils sont constitués d'une matrice fine dominante, argilo-sableuse ou sablo-argileuse, englobant des fragments lithiques de nature variée selon le substratum. Leur puissance est très variable, évoluant très rapidement sur la pente, pouvant passer de quelques décimètres à plusieurs mètres en l'espace d'une centaine de mètres. Ces colluvions se localisent et se concentrent dans les zones très humides, en particulier les bas-fonds, où elles apparaissent sous la forme d'argiles compactes plus ou moins plastiques grises à blanchâtres (pseudo-gley), difficiles à travailler.

Quatre principaux types de colluvions peuvent être distingués selon l'environnement lithologique :

- des colluvions sablo-argileuses issues du remaniement d'altérites gréseuses du Briovérien ou du Paléozoïque, plus ou moins limoneuses selon le contexte ;
- des colluvions argileuses provenant du remaniement des altérites silteuses, ampéliteuses, schisteuses du Briovérien ou du Paléozoïque, pouvant également être mélangées avec des limons, eux-même colluvionnés, en bas de pente ;
- des colluvions argileuses à graviers, galets, dans l'environnement des sédiments fluviaux anciens à sables et galets, ou des sables à graviers et galets « tertiaires » ;
- des colluvions limoneuses issues du remaniement des limons et lœss de plateaux, mais également des altérites silteuses.

Ces colluvions se sont mises en place en partie au cours de l'Holocène (érosion des sols) et continuent encore à l'heure actuelle à se déposer sous les effets du ruissellement et des effets gravitaires. Les modifications effectuées par l'homme sur son environnement (remembrement, suppression des haies et des couverts forestiers) n'ont fait que faciliter et accélérer les phénomènes d'altération, de colluvionnement, de solifluxion, et de ruissellement. Elles ne font qu'intensifier le développement de ces formations sur les pentes et fonds de vallons et appauvrir les sols situés en position haute.

Les dépôts de solifluxion à blocs divers (« heads ») (S)

Fréquents sur la carte de Craon, ils sont préférentiellement localisés au niveau des ruptures de pente caractérisant le contact Néoprotérozoïque-Paléozoïque, ou dans l'environnement immédiat des barres de Grès armoricain.

Ils correspondent à des dépôts de pente hétérométriques ou « heads » considérés d'âge essentiellement Weichsélien (dernière glaciation, Pléistocène supérieur) mis en place sous climat périglaciaire. Ils sont constitués d'une accumulation de blocs hétérométriques de grès et/ou quartzites, de taille décimétrique à métrique, provenant du démantèlement par gélifraction des barres de grès briovériens et/ou paléozoïques. Ces blocs sont emballés dans une matrice argilo-sableuse brunâtre à ocre et sont plus ou moins remaniés avec les altérites du substratum et les éventuels limons loessiques.

Le déplacement de ces blocs reste en moyenne limité, de l'ordre de quelques centaines de mètres (500 m au maximum). L'épaisseur de ces horizons peut atteindre ponctuellement plusieurs mètres, masquant plus ou moins le substratum sous-jacent. Le meilleur exemple de la région en est la formation de Pont-Réan, régulièrement masquée par les heads à blocs de Grès armoricain.

Ce type de formation a également été observé, mais en proportion moindre, sous les barres grés-quartzitiques du Briovérien.

Le démantèlement des niveaux de sables et galets, situés en sommet de collines, donne également lieu à un important épandage de galets sur le flanc de ces dernières qu'il n'est pas toujours aisé de cartographier du fait du manque de coupes. Enfin, les blocs de grès silicifiés du Tertiaire (S) observables sur les versants, en contrebas des « dalles » résultent du même processus.

Formations éoliennes

Les galets éolisés (« dreikanter ») (▲)

Ils s'observent principalement sur les plateaux, sommets de collines mais également sur les pentes (colluvionnement). Essentiellement constitués de grès et quartzites paléozoïques ou briovériens, ces galets ont été soumis à une altération éolienne en milieu continental sous les effets de vents violents à forte charge abrasive sableuse. Atteignant jusqu'à une quinzaine de centimètres de long, ils sont à patine jaune à brune très douce au toucher, à faces usées et polies par le vent délimitées par de fines arêtes adoucies. Les grès siliceux tertiaires décrits précédemment montrent fréquemment ce type d'altération. Sur la carte de Craon, seuls quelques points ont été figurés. Ils sont certainement beaucoup plus nombreux que ce qui a été indiqué.

Les limons de plateaux, limons lœssiques (LP-Œy)

Les limons sont assez répandus sur cette zone et, à quelques exceptions près, principalement localisés sur les formations néoprotérozoïques situées en position basse. Leur répartition reste étroitement conditionnée par la morphologie du paysage, les dépôts les plus importants étant majoritairement localisés sur les plateaux et les versants sud-est des collines, situés à l'abri des vents nord-ouest.

D'importantes accumulations sont également visibles dans les dépressions résultant du remaniement par colluvionnement de ces formations. Ces dépôts correspondent à des accumulations de fines particules argilo-sableuses, transportées par les vents au cours du Weichsélien et déposées en zone abritée.

Ces niveaux sont fins, homogènes, bruns à brun-jaune en profondeur, brun-rouge à l'état altéré, parfois finement lités, et très doux au toucher (« terre douce »). Ils présentent une courbe granulométrique bimodale caractéristique (La Guerche-de-Bretagne ; Trautmann *et al.*, 1997). Ils sont composés d'environ 50 % d'argile (kaolinite dominante, illite, vermiculite, chlorite, interstratifiés) et d'une fraction sableuse constituée de quartz roulé et de minéraux lourds d'origine plutonique-métamorphique. Leur puissance reste limitée, de l'ordre du mètre. Ces limons lœssiques se sont mis en place sur tout le Nord et le centre du Massif armoricain au cours du Weichsélien. Ils ont été par la suite soumis à l'érosion et à l'altération et se sont plus ou moins mélangés aux altérites environnantes.

La notation (LP-Œy) employée sur cette carte a été introduite afin de signaler l'existence de plusieurs types de limons difficiles à distinguer sur le terrain en l'absence d'analyses. Ceux-ci sont :

- soient purement éoliens, allochtones, et amenés du Nord-Ouest par les vents sur plusieurs dizaines voire centaines de kilomètres ;
- soient d'altération (« faux-limons » ou « pseudo-limons »), correspondant à des altérites silteuses complètement désagrégées, à l'état de fines poussières, et constituant une source d'alimentation locale. Ces fines particules ont été mobilisées, accumulées sur place, notamment par colluvionnement et solifluxion, mais ont pu également être soufflées par les vents sur des distances plus faibles que les précédentes.

Il convient par conséquent de rester extrêmement prudent avant d'utiliser la seule notation (Œy) impliquant non seulement une action éolienne importante mais également une allochtonie du matériau.

Les placages figurés sur la carte caractérisent des niveaux limoneux sains, quasiment non remaniés avec le substratum sous-jacent. La profondeur des labours étant actuellement au maximum de 0,30 m, on peut estimer l'épaisseur

minimale de ces couches à environ 0,50 m. Ces terrains sont bien évidemment très recherchés pour l'agriculture.

Formations alluviales

Les alluvions fluviales anciennes grossières (Fv, Fw, Fx) (Pléistocène)

Les principales terrasses alluviales visibles sur la feuille de Craon sont localisées en bordure de l'Oudon, plus accessoirement en bordure de l'Araize, du Chéranéc, de l'Usure, de la Sazée et de l'Hyère.

Ces formations sont constituées de sables, de graviers et de galets résultant du démantèlement des différents terrains présents dans la région (siltites, grès, quartzites, quartzs protéro-paléozoïques, sables et graviers tertiaires). Elles représentent les vestiges de formations alluviales étagées, plus ou moins remaniées et démantelées, mises en place par ces cours d'eau au cours du Pléistocène. Leurs épaisseurs sont très variables de quelques décimètres à plusieurs mètres.

Trois niveaux de terrasses alluviales anciennes (Fv, Fw, Fx) ont été individualisés sur cette zone, à partir des importants épandages de graviers et galets visibles dans les champs et des replats et ruptures de pente directement observables sur le terrain. Ces niveaux sont rarement présents en coupe à l'exception des deux grandes sablières de Brèges (abandonnée ; terrain de sport) et de Savary (en exploitation à proximité de l'Oudon ; groupe Pigeon) à Nyoiseau.

Les alluvions fluviales grossières (Fv) (Pléistocène inférieur)

Elles correspondent au niveau le plus ancien, périglaciaire, d'âge considéré du Pléistocène inférieur. Elles sont liées au cours de l'Oudon et positionnées au Sud de Nyoiseau entre les cotes + 40 m et + 50 m, soit à 20-30 m au-dessus du cours actuel de l'Oudon. Elles sont représentées par des accumulations de plusieurs mètres de sables grossiers rouges à blancs, de graviers, et galets de quartz, quartzite ou grès, visibles à l'ancienne sablière de Brèges au Sud de Nyoiseau. Un placage résiduel est également observable dans la partie nord-est du méandre de Nyoiseau au-dessus de la ferme de la Fraudais.

Les alluvions fluviales grossières (Fw) (Pléistocène moyen, Elstérien)

Elles correspondent aux terrasses alluviales périglaciaires rapportées au Pleistocène moyen (Elstérien). Elles se situent entre les cotes + 30 et + 40 m, soit à une quinzaine de mètres en moyenne au-dessus du cours de l'Oudon. La composition reste identique à la précédente, très riche en sable avec quelques

galets plus importants notamment sur Craon. Ces alluvions peuvent être observées dans la gravière Savary (groupe Pigeon) située à environ 2 km au Sud-Est de Nyoiseau dans la boucle de l'Oudon. Elles sont constituées sur une dizaine de mètres d'une succession de niveaux sableux moyens à grossiers, beiges à rougeâtres à stratification entrecroisée, et de décharges grossières à galets pluricentimétriques ravinant les niveaux sous-jacents. Des structures chenalisantes y sont également identifiables. Ces sables reposent sur les faciès silteux altérés du Briovérien avec dans les niveaux de base des éléments du Briovérien très peu roulés.

Les alluvions fluviales grossières (Fx) (Pléistocène moyen, Saalien)

Ce niveau alluvial périglaciaire du Pléistocène moyen (Saalien) est largement représenté au Sud au niveau des grands méandres de l'Oudon entre Nyoiseau et Saint-Aubin-du-Pavoil ainsi qu'au Nord tout le long de l'Oudon, en particulier près de Chérancé à la confluence entre l'Oudon, le Chéran et l'Hyère. Ces alluvions sont moyennes à grossières, composées des mêmes constituants que précédemment, avec une phase argileuse en apparence un peu plus développée.

Les alluvions fluviales récentes (Fz) (Holocène)

Les alluvions récentes sont à dominante fine, argilo-limoneuses à argilo-sableuses, de puissance métrique (jusqu'à 2-3 m), d'extension moyenne n'excédant pas 250 m de large sauf en bordure de l'Oudon où le flat alluvial peut atteindre localement jusqu'à 500 m de large sur Saint-Aubin-du-Pavoil et Chérancé, voire plus au niveau des confluences. Ces alluvions occupent topographiquement le fond plat des vallées et délimitent la plaine inondable du lit majeur du cours d'eau. Cette zone plane est inondée lors des fortes crues mais également lorsque le sol est saturé d'eau, après une longue période pluvieuse.

Dépôts anthropiques (X)

Bien qu'étant présents, ils n'ont été figurés que très ponctuellement près de Craon où ils correspondent à un comblement d'une zone en dépression avec des argiles et matériaux divers effectué lors de nos levés. Ailleurs, les dépôts anthropiques (non figurés) sont représentés par des anciens remblais de voie de chemin de fer (anciennes lignes Châteaubriant – Renazé – Craon – Laval, et Château-Gontier – Chemazé – Châteaubriant) et des déblais des anciennes exploitations industrielles d'ardoise et de minerai de fer. Les terrils ardoisiers sont très fréquents et importants notamment sur les communes de Renazé, Saint-Saturnin-du-Limet et Noyant-la-Gravoyère au niveau des anciennes exploitations de la Rivière, Saint-Aignan, Renazé-centre, Longchamps, la

Repenelais et Misengrain. Les indications de terrils et anciennes carrières ou fosses figurent en majeure partie sur le fond topographique IGN.

CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES

Les formations géologiques présentes sur la carte de Craon sont d'origine sédimentaire et plutonique. Elles correspondent à différents épisodes de sédimentation et de magmatisme ayant affecté et façonné au cours des temps l'ensemble de la région, depuis le Néoprotérozoïque supérieur jusqu'au Cénozoïque.

NÉOPROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR À CAMBRIEN (BRIOVÉRIEN)

Les terrains les plus anciens connus sur cette carte et sur l'ensemble de la région sont représentés par les dépôts sédimentaires silto-gréseux dits « briovériens ». La présence d'éléments phtanitiques remaniés dans ces terrains permet de les classer dans le « Briovérien post-phtanitique ». Aucune trace de vie susceptible de dater cette série n'a été jusqu'à présent décelée, en dehors de quelques corps sphériques assimilables à des organismes unicellulaires (cyanophycées sur Vilaines-la-Juhel, Doré *et al.*, 1986), et des traces ou pistes de vers (Kerforne, 1923). S'il est clairement admis que la majeure partie de ces terrains soit d'âge Néoprotérozoïque supérieur, l'âge de la partie sommitale de cette formation a fait l'objet durant quelques décennies de nombreuses controverses, évoluant entre le Néoprotérozoïque supérieur et le Cambrien. Les études cartographiques et géochronologiques réalisées dans les années 1990 (*cf.* chapitre Description des formations) et les comparaisons effectuées entre les zones de Normandie et de Bretagne centrale s'accordent maintenant à attribuer à cette tranche de terrains sédimentaires un âge supérieur anté-arénigien, probablement Cambrien basal. Durant cette période, la région se situait au niveau d'un vaste bassin marin couvrant toute la Bretagne centrale, et interprété comme un bassin d'avant-pays d'une importante chaîne montagneuse, la chaîne cadomienne, située plus au Nord. Les témoins de cette dernière sont encore visibles depuis le Nord de la Bretagne (Lannion) jusqu'au Cotentin. L'érosion de cette chaîne a contribué à alimenter ce bassin en matériaux détritiques divers (sables, boues argileuses, blocs, éléments divers) s'accumulant pour former selon la distance par rapport au continent, des conglomérats, des grès et grauweekes, et des siltites. Ces dépôts de type turbiditique sont représentés par des alternances plus ou moins régulières mais brutales de bancs centimétriques à pluridécamétriques de siltites et de grès. Ils sont affectés par des failles synsédimentaires et caractérisés par des figures sédimentaires (slumps, rides de courants, etc.). Au niveau régional, ces terrains se signalent par la présence de faciès conglomératiques (régions de Mayenne, Sillé-le-Guillaume) absents sur la zone de Craon. Ces conglomérats attestent de la remise en mouvement en

bordure du bassin de matériaux grossiers sous les effets de courants gravitaires turbiditiques. Ces décharges grossières ont été étalées au pied des talus, au niveau de canyons et chenaux sous-marins entaillant la bordure du bassin (Garlan, 1985). La puissance de cette série reste encore actuellement inconnue avec précision mais peut être estimée à plusieurs centaines de mètres.

Ces différents matériaux trouvent sans aucun doute leur origine dans l'érosion de la chaîne cadomienne (Le Corre, 1977) ainsi que l'atteste la présence de fragments lithiques mylonitisés et microplissés (Trautmann *et al.*, 1994, 1997) et de clastes phanériques (Le Corre, 1977). Ces sédiments briovériens ne sont, par rapport à ceux du domaine nord-armoricain (ou cadomien), pas affectés par la tectonique cadomienne. Leur structuration est liée à la tectonique hercynienne, avec une continuité de sédimentation plus que probable entre la fin du Néoprotérozoïque et le début du Cambrien.

PALÉOZOÏQUE POST-CAMBRIEN (ORDOVICIEN-SILURIEN)

Les formations paléozoïques les plus anciennes à l'échelle régionale, sont d'âge cambrien et s'observent au Nord-Est de Laval dans le massif de la Charnie, au sein du domaine nord-armoricain. Elles se situent dans un contexte structural marqué par la tectonique cadomienne et reposent sur un socle briovérien plissé et plus ou moins métamorphisé, notamment par les granodiorites cadomiennes.

Dans la région de Craon, c'est-à-dire dans cette partie du domaine centre-armoricain, les premiers sédiments paléozoïques identifiés, en dehors de la base du Cambrien intégrée dans le Briovérien, appartiennent aux « séries rouges » de la formation de Pont-Réan. Ces terrains datés du Trémadocien terminal à Arénigien inférieur (Ordovicien) sont d'origine continentale à épicontinentale (Bonjour, 1988), et s'observent en comblements de petits bassins d'effondrement, notamment à l'Ouest sur les secteurs de La Guerche-de-Bretagne (Trautmann *et al.*, 1997) et de Châteaubriant (Herroin *et al.*, 1990). Ils annoncent la grande transgression marine arénigienne qui se marquera dans toute la région par la mise en place de matériaux détritiques sableux en domaine de plate-forme marine littorale. Ces sédiments sableux, propres et bien triés, sont apportés par les courants de marée. Ils correspondent à l'épisode du Grès armoricain. La faune y est réduite, représentée par des chitinozoaires, des acritarches et des lingules plus ou moins bien conservés.

Au cours de l'étape suivante, jusqu'au Llandeilo terminal, le milieu de sédimentation, toujours situé en contexte de plate-forme littoral, va devenir de plus en plus distal, avec des apports sableux de plus en plus réduits. Dans ces milieux très peu agités, faiblement subsidents et ouverts au domaine marin se

mettent en place des dépôts plus boueux, silteux, homogènes, dont la décantation va conduire à la formation des schistes ardoisiers d'Angers-Traveusot (anciennement « Schistes à Calymènes »).

Ce niveau renferme une faune marine abondante et variée à trilobites (*Neseuretus*, *Calymene tristani*, *Placoparia tournemini*, *Eoharpes guichennensis* etc.), brachiopodes (*Orthis*, *Stopheodonta* sp.), échinodermes (*Calix*, *Codiacystis*, *Aristocystis*), graptolites (*Glyptograptus teretusculus*, *Didymograptus murchisoni*), chitinozoaires, ostracodes et bivalves.

À la fin du Llandeilien, et surtout au cours du Caradocien et de l'Ashgillien, on assiste à l'échelle régionale à une importante phase de régression marquée par un abaissement du niveau marin avec le retour à des dépôts plus sableux en milieu marin côtier. Cette période d'instabilité climatique et tectonique est très bien marquée au Nord de Laval avec le dépôt des grès de Saint-Germain-sur-Ille. Dans la région de Craon, les effets de cette régression sont beaucoup plus limités dans le temps et dans l'espace et se traduisent par la mise en place au Caradocien de la formation gréseuse du Châtelier, connue depuis la Bretagne centrale jusqu'au Sud de l'axe de Lanvaux (unité de Redon-Nozay). La mise en place de cette formation serait liée à l'émersion d'un ou de plusieurs hauts-fonds dont la situation est encore imprécise (Trautmann *et al.*, 1997). Ces grès sont immatures et caractérisés par leur matrice chlorito-micacée. La faune y est représentée par quelques trilobites (*Dalmanites incertus*), brachiopodes (*Orthis*), échinodermes et bivalves.

Alors que la sédimentation arénacée se poursuit au Nord, on assiste dans la région de Craon au Caradocien supérieur-Ashgillien à un retour à des conditions de sédimentation plus calmes marqué par le dépôt de matériaux fins argilo-silteux, « les schistes de Riadan-Renazé » qui sont ici conservés dans le synclinal de Martigné-Ferchaud.

Le passage entre l'Ordovicien et le Silurien reste encore imprécis mais se marque sur la région de Craon (synclinal de Martigné-Ferchaud) par un retour à une sédimentation plus rythmée, une subsidence plus marquée, avec une succession de dépôts grossiers gréseux, et fins argileux (ampélites). Présents dans le synclinal de Martigné-Ferchaud, ces dépôts ne sont visibles dans le synclinal de Segré que bien plus à l'Ouest sur la feuille de Châteaubriant. Ils demeurent en partie présents au Sud au niveau de l'unité de Saint-Julien-de-Vouvantes (absence des ampélites).

L'histoire paléozoïque de la région de Craon se termine avec le Silurien ampélitique, alors qu'elle va se prolonger au Nord dans la région de Laval jusqu'à la fin du Carbonifère et, au Sud, au niveau du synclinal d'Ancenis, jusqu'au Dévonien.

Les faciès siluriens ampéliteux régressent dans toute cette partie de Bretagne centrale.

La sédimentation détritique dévonienne, non représentée sur Craon (lacune de sédimentation, décapage des terrains ?), ne se manifeste qu'au Nord (bassin de Laval) et au Sud (synclinal d'Ancenis) avec notamment le dépôt des grès à *Platyorthis monnieri*. La région comprise entre le synclinal d'Ancenis et le bassin de Laval émerge progressivement depuis la fin du Silurien et tout au long du Dévono-Carbonifère, en liaison avec les tous premiers contrecoups de l'orogénèse hercynienne.

MÉSOZOÏQUE – CÉNOZOÏQUE

Mésozoïque

Le bâti varisque va rester stable dans la région durant toute la période mésozoïque. Aucun dépôt du Trias ni du Jurassique n'y a été jusqu'à présent reconnu. La région, émergée, restera soumise durant toute cette période à une altération météorique intense favorisant l'altération des roches affleurantes (latérites, cuirasses, etc.).

Les traces les plus proches de la transgression marine liasique sont observables :

– au Nord-Est dans la zone de Loué (Clément *et al.*, 1987) où des niveaux marno-calcaires du Pliensbachien vont combler des dépressions au sein du socle varisque, ainsi que sur le secteur de Sillé-le-Guillaume (Le Gall *et al.*, 1998) où des faciès franchement marins à céphalophodes du Toarcien sont signalés ;

– à l'Est dans la région de La Flèche (Louail *et al.*, 1988) où les premiers témoins sont d'âge Pliensbachien.

Il faut en fait attendre le Crétacé supérieur pour observer les premières traces d'une invasion marine post-paléozoïque, correspondant à la grande transgression du Cénomanién inférieur et moyen. Ce retour de la mer du Crétacé déborde largement les lignes de rivages jurassiques connues et va toucher bien au-delà vers l'Ouest des régions telles que celles de Laval, de Mayenne, de Château-Gontier, du Lion-d'Angers, de La Guerche-de-Bretagne, où des témoins, en place ou remaniés ont pu être observés. Ces témoins montrent que des sédiments marins cénomaniens se sont bien déposés jusque dans cette région. Bien qu'aucune trace n'ait été trouvée sur Craon, il n'est pas impossible qu'un jour ou l'autre, à la faveur d'un forage ou de travaux en carrière, des horizons préservés au fond de petits grabens soient découverts dans cette région.

La mer se retire à la fin du Cénomanien, et la région est à partir de ce moment soumise à un régime d'altération continentale.

Cénozoïque

La région est soumise à l'érosion continentale depuis au moins la fin du Cénomanien, avec l'altération des différentes formations présentes dans ce domaine. Au cours du Paléogène et du Néogène, cette phase d'altération se poursuit, les terrains sont progressivement altérés, lessivés, désagrégés, soumis à des phénomènes divers, de désilicification ou au contraire de silicification et de ferruginisation. L'ensemble de ces phénomènes va engendrer la mise en place de formations essentiellement continentales, localement sous influence marine.

Le jeu de plusieurs accidents N160° à N180°E, en réponse aux plissements alpins et pyrénéens, engendre au Tertiaire la mise en place de fossés d'effondrements, plus ou moins importants, localement accessibles aux eaux marines, qui vont permettre de préserver ponctuellement (sur Laval) des sédiments marins d'âge céno-manien, et de piéger les niveaux essentiellement détritiques lacustres à fluviaux de l'Éocène-Oligocène.

La grande transgression pliocène en provenance de l'Est ne paraît pas avoir atteint la région tout du moins de façon franche. Elle a par contre eu un effet majeur sur cette zone en modifiant indirectement la dynamique et la géométrie du réseau hydrographique anté-pliocène, provoquant par là même un remodelage de la surface anté-pliocène. On peut ainsi considérer (?) que le milieu continental lacustre à fluvial présent à l'Éocène a progressivement évolué au cours du Pliocène vers un milieu continental quelque peu plus proche de la mer, de type deltaïque à estuarien, avec la possibilité d'invasions marines faibles et très localisées. Ceci expliquerait la présence de ces grands épandages de sables, graviers et galets sur toute la région, et à des cotes très diverses.

La fin du Néogène marque le retour d'une grande période de refroidissement avec les grandes glaciations plio-quaternaires qui vont toucher toute l'Europe du Nord. Une vingtaine de périodes glaciaires, froides, séparées par des périodes plus tempérées inter-glaciaires vont se succéder. Elles vont jouer un rôle considérable sur la morphologie de la région et aboutir aux paysages tels que nous les observons actuellement. Elles sont entre autre responsables du creusement des vallées, induit par la baisse du niveau marin lors des glaciations, de l'altération par fragmentation des roches sous les effets du gel, et du transport et de l'épandage de ces fragments sur les pentes par colluvionnement et solifluxion en phase de dégel.

C'est également à la fin de cette période que vont se constituer les principaux dépôts éoliens lœssiques, constitués de fines particules sablo-argileuses, prises

au plateau continental émergé et transportées sur plusieurs centaines de kilomètres avant d'être déposées dans des zones abritées des vents.

Les derniers millénaires (Holocène) sont essentiellement marqués par une action de plus en plus importante de l'homme sur la nature, avec entre autre :

- une industrialisation de plus en plus développée entraînant les problèmes de pollution mais également climatiques que nous connaissons actuellement ;
- une extraction et une consommation plus ou moins contrôlées des combustibles fossiles mais également des matières premières minérales et métalliques, avec les conséquences que cela peut ou a pu avoir sur la nature (exemple : destruction de massif forestier pour l'exploitation de la houille) ;
- le développement d'une culture intensive nécessitant d'importants travaux de remembrement, avec de nombreuses suppressions de haies et de nombreux drainages, favorisant l'érosion des sols et leur appauvrissement par colluvionnement, et les crues brutales des rivières.

ÉVOLUTION TECTONO-MÉTAMORPHIQUE

Le Massif armoricain a été structuré au cours des temps protérozoïques et paléozoïques par deux orogénèses majeures :

- la première entre 600 Ma et 540 Ma à l'origine de la chaîne cadomienne, très présente dans le domaine normand nord-armoricain ;
- la seconde entre 400 Ma et 300 Ma, à l'origine de la chaîne varisque, bien marquée au niveau du domaine centre-armoricain.

La discordance angulaire entre les formations du Briovérien et celles du Paléozoïque constituait il y a encore quelques années un argument majeur en faveur de l'existence d'une déformation cadomienne en Bretagne centrale, et à laquelle les auteurs rattachaient la schistosité visible dans les formations briovériennes.

Les travaux réalisés par C. Le Corre (1977) montrèrent qu'en fait les deux ensembles Briovérien et Paléozoïque de Bretagne centrale étaient affectés par une seule et unique déformation développée au cours de la tectogenèse varisque. Entre temps, l'attribution d'un âge cambrien (anté-arénigien) aux terrains situés à la partie sommitale de la série briovérienne et en continuité sédimentaire avec celle-ci confirmait bien l'absence d'une déformation cadomienne en Bretagne centrale, et une structuration de l'ensemble purement varisque.

Dans le secteur de Craon, la discordance existant entre le Néoprotérozoïque-Cambrien (Briovérien) et les premiers terrains ordoviciens est extrêmement faible (quelques degrés, en dehors des fermetures synclinales), visible

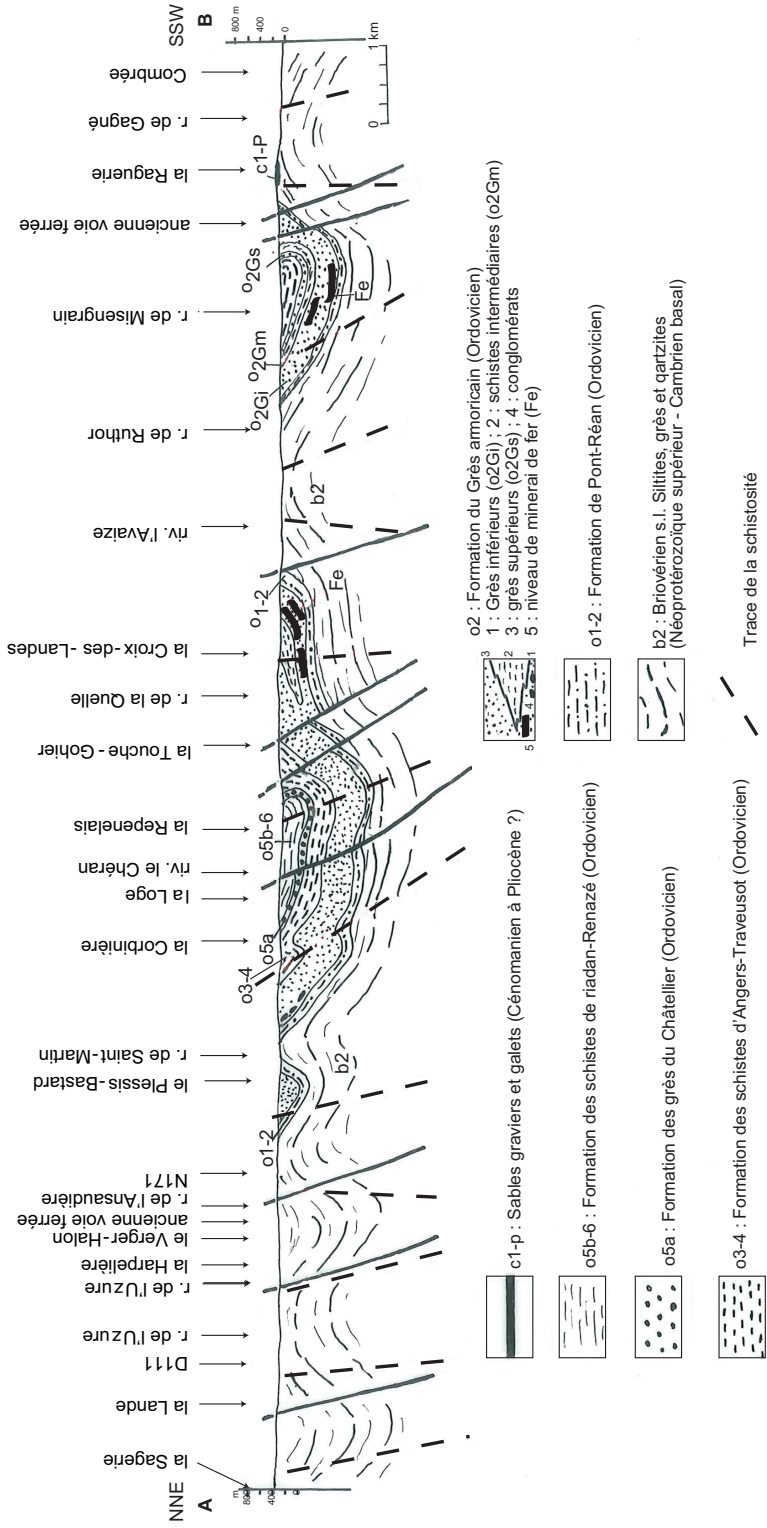


Fig. 8 - Coupe A-B entre Combrée au SSW et la région de Craon au NNE (cf. position sur le schéma structural de la carte)

essentiellement sur le document cartographique. Elle atteste tout simplement du caractère transgressif de ces formations ordoviciennes sur le Briovérien mais est également expliquée par des phénomènes distensifs, induisant des basculements de blocs le long de failles listriques, notamment NE-SW au cours de l'Ordovicien (Ballard *et al.*, 1986).

La région de Craon est constituée de deux ensembles géologiques majeurs (cf. schéma structural, coupe sur carte et fig. 8) :

- les synclinaux paléozoïques de Martigné-Ferchaud et de Segré constitués de terrains allant de l'Ordovicien au Silurien ;
- le domaine briovérien, rattaché au bloc néoprotérozoïque de Rennes.

Que ce soit pour le Briovérien ou le Paléozoïque, les trajectoires de la déformation dans cette région de Craon ont globalement une direction moyenne comprise entre N110° et N115°E, avec des inflexions locales de $\pm 5^\circ$ essentiellement liées aux jeux des failles.

DÉFORMATIONS SOUPLES : LA PHASE MAJEURE SYNSCHISTEUSE E1

Les déformations plicatives sont ici comme dans toute la région délicates à définir sur le terrain en raison de la médiocrité et de la pauvreté des affleurements, très fortement altérés et peu exploitables, des effets de fauchage et de l'extrême rareté des plis et microplis.

Néanmoins quelques mesures structurales ont pu être relevées tant au niveau de la stratification, que de la schistosité et de la fracturation (cf. carte), faisant clairement ressortir une phase de déformation majeure E1 structurant l'ensemble des terrains néoprotéro-paléozoïques.

La phase majeure synschisteuse E1

Bien que l'existence d'une phase anteschisteuse E0 ait pu être envisagée sur cette zone (Guérangé *et al.*, 1983-1984 ; Brossé *et al.*, 1988), les levés géologiques effectués dans cette région par J. Chantraine *et al.* (1982), Y. Herroin *et al.* (1990), F. Ménillet *et al.* (1988), F. Trautmann *et al.* (1997), D. Janjou *et al.* (1998) ainsi que les études régionales menées par C. Le Corre (1977), É. Houlgatte *et al.*, 1988), C. Gumiaux *et al.* (2003-2004) n'ont pas permis de confirmer cette hypothèse. Ils attestent par contre, ainsi que le signalaient également R. Brossé *et al.* (1988) et J. Guérangé *et al.* (1983), de l'existence de cette phase majeure E1, synschisteuse, affectant l'ensemble des terrains ici présents, depuis le Néoprotérozoïque jusqu'au Silurien. Plus au Nord dans le bassin de Laval, cette phase plicative affecte également les terrains

dévono-carbonifères, à l'exception des terrains houillers stéphanien de Saint-Pierre-la-Cour, postérieurs à cette phase de déformation.

Les plis sont à des échelles très variables, passant du pli métrique, visible à l'affleurement, aux grandes structures cartographiques plurikilométriques de Martigné-Ferchaud et de Segré.

Dans le Briovérien, cette déformation souple se manifeste par des plis d'ordre kilométrique à plurikilométrique, généralement droits et ouverts, de direction moyenne comprise entre N110° et N120°E, subparallèles à parallèles aux axes des synclinaux de Segré et Martigné-Ferchaud. Ces plis évoluent progressivement à l'approche du contact avec le Paléozoïque et tendent à être déjetés vers le Nord. Plus au Sud sur la carte de Segré, la tendance évolue par contre vers un déversement vers le Sud. Des plis décimétriques à pluridécimétriques ont également été distingués dans le Briovérien de Craon (Chantraine *et al.*, 1982 ; Guérangé *et al.*, 1983), identiques aux grandes structures, majoritairement droits mais pouvant passer localement à des plis déjetés. À ces plis est associée une schistosité S1, de type flux naissant disposée en éventail (Guérangé *et al.*, 1983-84), toujours très redressée à subverticale (70° à 80°), subparallèle à parallèle aux structures varisques N110° à N120°E. Cette schistosité S1 est majeure dans la région et quasiment la seule à avoir été distinguée sur cette zone.

Très ponctuellement, une schistosité de crénulation S2, de même direction que la précédente mais à pendage différent peut être distinguée en particulier dans les faciès silteux du Paléozoïque ou du Briovérien (bordure de la Mayenne). Cette schistosité secondaire dont l'âge reste imprécis semble être liée à des cisaillements ou à la présence d'intrusions en profondeur (Plaine, 1976 ; Chantraine *et al.*, 1982 ; Guérangé *et al.*, 1983-84).

Enfin, l'obliquité de certains axes de plis par rapport aux structures principales peut être interprétée comme étant liée à des décrochements tardi-varisques.

Les synclinaux paléozoïques de Segré et de Martigné-Ferchaud (et son prolongement à l'Est : le synclinal de Châteauneuf-sur-Sarthe) correspondent à des structures plissées majeures, d'amplitude kilométrique, d'orientation similaire à celle des structures briovériennes, en moyenne à N110° à N120°E. La structure de Martigné-Ferchaud est plus complexe et constituée d'une succession d'ondulations synclinoriales et anticlinoriales, à l'origine des deux « diverticules » visibles sur sa bordure nord sur Bouchamps-lès-Craon et Saint-Quentin-les-Anges.

Ces deux grands plis sont droits avec un flan nord généralement très développé accompagné de pendages moyens et faibles et par contre des

pendages plus redressés sur le flanc sud. La schistosité est bien marquée notamment dans les formations ardoisières avec des recristallisations de phyllites dans les plans de schistosité, de type flux et de plan axial.

Ces deux structures sont fortement déformées par le jeu des accidents cassants N50° à N60°E qui compartimentent ces structures et induisent un important décalage voire un écaillage des couches.

Enfin concernant les deux « diverticules » situés sur Bouchamps-lès-Craon et Saint-Quentin-les-Anges, les leviers réalisés dans le cadre de cette étude mettent en évidence une extension nettement plus importante de la formation de Pont-Réan au détriment des formations briovériennes. Ceci s'observe très distinctement dans la terminaison ouest de Saint-Quentin-les-Anges, aux abords de l'Oudon ainsi qu'au Sud de la butte, avec le faciès de Pont-Réan apparaissant très clairement sous la barre de Grès armoricain.

FRACTURATION

Plusieurs réseaux de fracturation ont été mis en évidence dans cette zone, soit directement sur le terrain par la présence de filons ou filonnets de quartz, de zones mylonitisées, de miroirs de failles, ou par d'importants décalages latéraux ou verticaux des couches, soit en prenant en compte les grandes structures et directions visibles au niveau de la topographie et de la structuration du réseau hydrographique.

Les principales directions relevées correspondent aux trois réseaux de failles suivants :

- le réseau N45° à N70°E ;
- le réseau N160° à N170°E ;
- le réseau N100° à N130°E.

Le réseau de failles N45° à N70°E

C'est sans aucun doute le réseau le mieux développé sur ce secteur, marqué sur le terrain par une multitude de petits filons de quartz en particulier dans le Briovérien mais également dans le Paléozoïque (à l'Est de la Boissière). Il se signale également au niveau du Paléozoïque par d'importants déplacements latéraux des couches et au niveau cartographique par un intense découpage des synclinaux de Martigné-Ferchaud et Segré. Les effets de cette fracturation sont nettement moins évidents dans les terrains briovériens, en l'absence de visibilité nette liée à la très forte altération des terrains mais sont sans aucun doute aussi intenses dans ces faciès comme l'attestent les nombreuses structures filoniennes quartzueuses distinguées. Ces failles décrochantes peuvent pour certaines se suivre sur plusieurs kilomètres de long (secteurs de La Boissière et de Bois-

Blin) et sont même probablement encore sous-estimées cartographiquement. Le jeu décrochant est majoritairement senestre avec des décalages de compartiments pouvant atteindre près de 700 m. Ces failles sont particulièrement bien marquées dans le synclinal de Martigné-Ferchaud entre Renazé et Châtelais et jouent sans aucun doute un rôle majeur dans la structuration et le découpage de ce synclinal au niveau des boucles de l'Oudon à l'Ouest de Chérancé.

Ce réseau se retrouve à l'identique au Nord dans la région de Cossé-le-Vivien où il structure le bassin sableux de Ballots et affecte au niveau du granite du Pertre le réseau de failles N130°E à N140°E visible sur ce secteur.

Au niveau régional, ces accidents N45°E à 70°E sont omniprésents au Nord depuis la Mayenne jusqu'aux régions de Saint-Lô et Caen où ils se caractérisent par des jeux majoritairement senestres et d'importants chevauchements.

Cette famille de failles joue un rôle majeur au niveau des profils d'altération, facilitant, par fracturation, la circulation des eaux météoriques au travers des différentes formations, et entraînant une accélération des processus d'altération et de dégradation des roches.

Le réseau de faille N160° à N170°E

Cette famille de faille considérée comme l'une des principales dans toute la région, est essentiellement représentée dans la terminaison du synclinal de Segré entre Noyant-la-Gravoyère et Nyoiseau. Ces structures de plusieurs kilomètres de long se poursuivent au Sud sur la feuille de Segré. Elles jouent en décrochement, disloquant le synclinal de Segré et décalant notamment dans le secteur de Noyant-la-Gravoyère les différents niveaux de minerai de fer qui y ont été exploités. Leur jeu, dextre à l'Est pour la faille passant sur Brèges (au Sud de Nyoiseau), à senestre à l'Ouest, se marque par des décalages de compartiments atteignant jusqu'à 500 m de long.

On les retrouve plus discrètement près de L'Hôtellerie-de-Flée et de Saint-Quentin-les-Anges. Très délicates à suivre dans le Briovérien en l'absence de niveau repère et vu le degré d'altération, elles ont toutefois certainement conditionné le cours de l'Oudon depuis Nyoiseau au Sud jusqu'à Craon au Nord (*cf.* schéma structural).

Cette fracturation est connue régionalement, sous la forme de couloirs ou faisceaux de failles pouvant atteindre plusieurs dizaines de kilomètres de long, à jeu majoritairement dextre en Bretagne centrale. Ces zones faillées sont fréquemment jalonnées de zones cataclasées et/ou schistosées et sont considérées d'âge tardi-varisque. Ces accidents jouent également un rôle majeur dans l'histoire post-varisque de la région, avec un ou plusieurs rejeux au cours du

Tertiaire qui vont modeler le paysage et conditionner la mise en place et la géométrie des différents petits fossés d'effondrement d'âge éocène-oligocène, alignés selon cette direction N160°E sur plus de 70 km de long. On citera notamment les petits bassins de Chantrigné et Aron (Vignerresse 1986, Ollivier-Pierre *et al.*, 1988), de Céaucé (feuille Domfront ; Vernhet *et al.*, 1995) ou de Thévalles (Cossé-le-Vivien ; Vernhet *et al.*, 2009).

Le réseau de failles N100° à N130°E

Très développé au Nord de cette carte sur la feuille à 1/50 000 de Cossé-le-Vivien (en bordure du granite du Pertre, et discordance tectonique entre le Briovérien et le Paléozoïque du bassin de Laval), ce réseau ne se marque sur cette zone que par quelques petits filons de quartz au Nord de Craon dans le prolongement de la zone aurifère des Miaules (Ballots, Athée, Livré sur Cossé-le-Vivien). Ce réseau de failles est sûrement plus développé que ce qui est figuré sur cette carte mais reste difficile à identifier de par sa direction, sensiblement identique à celles des structures briovériennes et paléozoïques mais également du degré d'altération des roches.

Ces observations montrent cependant que la région de Craon se situe déjà en dehors de la zone d'influence du cisaillement nord-armoricain.

L'âge de la déformation majeure

Si tous les auteurs sont effectivement d'accord sur l'observation d'une seule phase majeure de plissement, les idées divergent concernant l'âge de cet événement selon que l'on se base sur l'aspect sédimentaire régional (bassin de Laval au Nord) ou sur les différents événements magmatiques datés ayant marqué la région (plutonisme, volcanisme).

Ainsi, si É. Houlgatte *et al.* (1988) et J. Cogné (1972) envisagent pour cette déformation majeure E1 un âge entre le Namurien et le Stéphanien, J.J. Peucat *et al.* (1979), C. Le Corre (1977), D. Berthé *et al.* (1979), J. Bernard-Griffiths *et al.* (1985) situent cette phase au Carbonifère inférieur, entre 345 Ma et 330 Ma.

Les travaux réalisés récemment sur les grandes zones de cisaillement notamment par C. Gumiaux *et al.* (2003, 2004) ont montré que dans la zone centre-armoricaine, le jeu des cisaillements régionaux dextres débute au Dévonien supérieur et se poursuit jusqu'au Carbonifère inférieur. Il est accompagné par le développement de plis droits à schistosité sub-verticale. Cette période de déformation est accompagnée durant le Viséen autour de 345-335 Ma par la mise en place de plutons syncinématiques dans ce domaine central (granite du Pertre).

Au cours du Carbonifère supérieur post-namurien, aucune phase plicative ne se manifeste, les terrains stéphanien préservés dans le bassin de Laval ne sont

pas plissés. Par contre, l'activité magmatique persiste, avec notamment entre 320 Ma et 315 Ma la mise en place d'un leucogranite le long du cisaillement des Montagnes noires (CMN) (fig. 1 ; région de Rostrenen et du bassin de Châteaulin). Ce leucogranite scelle la fin de ces déformations (Bos *et al.*, 1997). Ces grands cisaillements dextres, jalonnés de granites syncinématiques qui fixent l'âge de la déformation (Berthé *et al.*, 1979 ; Bernard-Griffiths *et al.*, 1985) continueront à fonctionner tardivement durant le Carbonifère supérieur.

Tous ces arguments convergent par conséquent assez nettement vers l'hypothèse proposée par C. Gumiaux *et al.* (2004) à savoir une évolution continue de la tectonique hercynienne, transpressive en Bretagne centrale au Carbonifère inférieur (Gapais, 1980) à compressive au Carbonifère supérieur dans le bassin de Laval (Houlgatte *et al.*, 1988).

MÉTAMORPHISME

Les terrains briovériens et paléozoïques présents sur cette zone d'étude sont affectés par un métamorphisme de très faible gradient (paragenèse à illite et chlorite) et à caractère synschisteux. Les études régionales réalisées par J. Chantraine *et al.* (1982), J. Guérangé *et al.* (1983-84) ont permis de mettre en évidence un gradient de métamorphisme de faible intensité, évolutif du Nord vers le Sud, de type anchizone au Nord de Château-Gontier avec des indices de cristallinité des illites compris entre 2,5 et 3,2, limite anchizone-épizone au Sud de cette même ville avec des valeurs oscillant entre 2,0 et 2,5. L'ensemble de la région a donc été soumis à un métamorphisme régional contemporain de l'orogénèse hercynienne.

Les levés réalisés sur Craon ont confirmé les observations faites en 1984 par J. Guérangé *et al.* à savoir l'existence au sein des terrains briovériens d'un métamorphisme de contact au voisinage des petites apophyses du « granite de Craon ». Les niveaux silteux sont métamorphisés dans le domaine des « schistes tachetés ».

SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE

Cette partie a été rédigée à partir des données disponibles dans la littérature.

NÉOPROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR À CAMBRIEN BASAL (BRIOVÉRIEN)

Les termes les plus anciens connus dans la région correspondent aux dépôts sédimentaires du Néoprotérozoïque supérieur, caractéristiques d'une

sédimentation détritique en milieu marin. Les composants de ces terrains sont les produits de l'érosion d'un socle plus ancien correspondant ici au segment nord-armoricain de la chaîne cadomienne (Chantraine *et al.*, 1988). Le démantèlement de ce socle fournit au cours de cette période des matériaux détritiques variés, argileux, sableux, conglomératiques qui alimentent des bassins d'avant-pays. En fonction de la granulométrie des matériaux et de la dynamique des milieux de dépôts, les éléments les plus grossiers (sables, graviers, galets) vont s'accumuler en bordure immédiate du bassin au niveau de talus entaillés, de canyons sous-marins, pour donner ce qui deviendra notamment des grès-grauwackes-conglomérats. Les particules les plus fines, argileuses, plus légères, sont quant à elles transportées plus au large pour donner ultérieurement par compaction des siltites et des argilites. La rythmicité des sédiments, leur caractère immature, la présence de décharges microconglomératiques à conglomératiques, de chenaux, attestent d'un milieu de dépôt instable durant toute cette période, soumis à des pulsions tant climatiques qu'orogéniques. Ces séries sont apparentées à des formations de type « flysch ou molasse » issues du démantèlement de la chaîne cadomienne.

Essentiellement silto-gréseux, ces sédiments vont évoluer très distinctement dans la partie sommitale de la série vers un pôle nettement plus gréseux à quartzitique qui préfigure le passage progressif aux formations ordoviciennes. L'âge de ces formations reste encore quelque peu problématique, tout du moins pour la partie terminale de cette série. En effet si la majorité de ces terrains sont pour l'essentiel attribuables sans conteste au Néoprotérozoïque supérieur, grâce notamment à l'observation de grains de phtanites remaniés (Briovérien post-phtanitique), les faciès terminaux, gréseux à quartzitiques laissent planer un doute sur l'âge de cette tranche terminale, notamment en l'absence de terrains cambriens clairement identifiés. Il est toutefois maintenant admis, suite aux travaux réalisés ces dernières décennies (cf. description des terrains briovériens) un âge protérozoïque supérieur à cambrien basal pour cette tranche sommitale.

Aucun phénomène volcanique synsédimentaire n'a été reconnu dans la région, si ce n'est nettement plus au Nord (secteur de Sillé-le-Guillaume), les traces d'une intense activité hydrothermale à l'origine du gisement sulfuré de Rouez (Safa, 1980).

À la fin de cette période protérozoïque, alors que l'on assiste au Nord dans le Bocage normand à la fermeture du bassin mancellien en liaison avec un intense plissement de la série briovérienne et l'intrusion au sein de celle-ci des granodiorites cadomiennes (540 Ma), le domaine néoprotérozoïque de Bretagne centrale demeure relativement stable. Les terrains briovériens de cette région n'ont été en apparence peu ou pas déformés au cours du Cadomien et présentent une structuration majeure tectonique et métamorphique identique à celle des terrains paléozoïques de la région et attribuable à l'orogénèse hercynienne.

PALÉOZOÏQUE

Les terrains paléozoïques les plus anciens de la région, sont d'âge cambrien et sont localisés au Nord-Est du synclinal de Laval, dans le domaine nord-armoricain à socle cadomien. Ils marquent le retour, après une période d'émersion, de la mer par le Nord-Est dans un sillon subsident probablement lié à une phase de distension (important volcanisme rhyolitique-ignimbritique en Charnie et dans les Coëvrons). Ce sillon est comblé par des sables et argiles issus du démantèlement de la chaîne cadomienne constituant au sommet les schistes et grès de Blandouët à caractère littoral et à traces de vers et de lingules. Suite au dépôt des grès de Blandouët, d'importantes modifications paléogéographiques vont intervenir dans le paysage cambrien, engendrant une lacune de sédimentation entre cette formation de Blandouët et le premier dépôt ordovicien, le Grès armoricain.

Au Sud du synclinal de Laval, dans la région qui nous intéresse, le domaine centre-armoricain, l'évolution est quelque peu différente. La sédimentation briovérienne se poursuit au-delà jusqu'au Cambrien pro-parte (faciès terminaux de la série briovérienne) avec des faciès grés-quartzitiques annonçant distinctement la période ordovicienne. Après ces dépôts, suite à une période de non-sédimentation ou, plus probablement, de régression (?), on assiste au début de la grande transgression marine ordovicienne, transgressive sur le socle néoprotérozoïque, avec la mise en place de la série détritique rouge de Pont-Réan (Trémadoc-Arenig). Ces dépôts sont à caractère sub-continental (Bonjour, 1988), discontinus, immatures, et localement conglomératiques. La phase transgressive se poursuit progressivement mais très rapidement avec la mise en place en contexte littoral de dépôts arénacés et matures constituant le Grès armoricain (Durand, 1985). La transition entre ces deux formations se marque ponctuellement par des faciès conglomératiques situés à la base du Grès armoricain et visibles dans les régions de Craon (synclinal de Martigné-Ferchaud), de Châteaubriant (Herroin *et al.*, 1990), de Château-Gontier (Brossé *et al.*, 1988), et de Segré (Janjou *et al.*, 1998). La formation du Grès armoricain marque un changement net dans la sédimentation post-cambrienne, avec des sables très propres, bien triés, à caractère littoral, mis en place ici comme sur l'ensemble de la Bretagne centrale dans un contexte de plateforme épicontinentale. Le milieu est localement peu profond, directement soumis au balancement des marées et aux vagues de tempête. À ces faciès est associée une faune benthique assez développée caractérisée notamment par des vers et des lingules.

Progressivement, la subsidence du bassin ordovicien va s'accroître dans toute la région, dès l'Arenigien supérieur pour le secteur de Craon, et jusqu'au Caradocien.

Les dépôts sont de moins en moins sableux et laissent la place à des sédiments toujours marins mais de plus en plus argileux (boues noires) connus régionalement sous diverses appellations telles que les formations d'Andouillé (« schistes à calymènes ») (bassin de Laval), de Trélazé (anticlinorium de Lanvaux), d'Angers-Traveusot (domaine de Bretagne centrale), ou du Grand-Auverné (unité de Saint-Julien-de-Vouvantes). Ces faciès renferment quelques niveaux à oolites chloriteuses symptomatiques de petits arrêts de sédimentation. La faune marine y est particulièrement développée, avec notamment des trilobites. Le Caradocien, connu comme correspondant à une période complexe d'interactions climatiques et tectoniques, marque à l'échelle régionale le retour à une sédimentation détritique grossière avec des dépôts arénacés immatures, toujours en milieu marin. Ces terrains sont connus dans la région sous différentes appellations telles que les Grès du Châtellier (synclinaux de Martigné-Ferchaud et de Segré), les Grès à calymènes (unité de Redon-Renazé), ou les Grès de Saint-Germain-sur-Ille (synclinorium de Laval). Cette sédimentation gréseuse va se poursuivre au Nord au cours de l'Ashgill (synclinorium de Laval), alors que des conditions nettement plus calmes vont apparaître au Sud (synclinaux de Martigné-Ferchaud, Segré et du Sud de Rennes), favorisant la mise en place de niveaux silto-argileux tels que la formation des schistes de Riadan-Renazé, à trilobites.

La grande glaciation fini-ordovicienne marquera la fin de cette période.

Le passage de l'Ordovicien au Silurien reste très imprécis en l'absence de niveaux datés de l'Ashgill et du Llandovery. Bien qu'il puisse y avoir quelques variantes du Nord au Sud, le Silurien est de façon globale principalement représenté dans sa partie basale par des dépôts littoraux sableux arénacés (le « Grès culminant ») devenant de plus en plus épisodiques et laissant la place à des dépôts euxiniques argilo-carbonés (siltites, ampélites). Ces derniers se mettent en place dans un milieu marin plus ou moins réducteur, certainement un peu plus profond, en liaison avec la fonte des glaces ordoviciennes. La faune est abondante, constituée de graptolites et d'organismes coloniaux. Cette sédimentation fine persiste jusqu'à pratiquement la fin du Silurien. L'activité magmatique est très réduite dans la région au cours de cette période, simplement marquée à l'Est par quelques coulées basiques interstratifiées dans la formation de Souvigné (Brossé *et al.*, 1988).

À partir du Silurien terminal-début du Dévonien (Pridolien à Gédinnien inférieur), les conditions de sédimentation changent (phase régressive) et on assiste à une reprise de la sédimentation arénacée sur une majeure partie de la région, excepté sur la région de Craon-Segré qui semble déjà s'individualiser à cette époque avec de fortes variations d'épaisseur de la série paléozoïque d'Ouest en Est. Cette région restera émergée (?) jusqu'à la grande transgression Crétacé.

Ailleurs, cette sédimentation dévonienne en domaine de plate-forme littorale se traduit par les dépôts des grès de Gahard, grès à Plathyorthis. La vie benthique y est développée avec des bivalves, crinoïdes et brachiopodes. Cette sédimentation détritique passe progressivement au cours du Lochkovien-Siégenien à une sédimentation argilo-carbonatée à carbonatée (formation de Saint-Cénére), sous climat chaud, avec une faune abondante et variée à brachiopodes et crinoïdes et des organismes coloniaux constituant des récifs tels que les stromatopores, les bryozoaires et les polypiers. Des variations latérales de faciès sont observables régionalement, associées à des apports détritiques fins. Elles se marquent par des dépôts nettement plus silteux (vases silteuses) à petits bancs carbonatés. Ces faciès silteux latéraux vont progressivement s'imposer au cours du Siegénien et de l'Emsien sur l'ensemble de la région (formations de Montguyon, du Buard et des Marollières). Ces terrains marquent à l'échelle régionale la fin de l'histoire dévonienne.

L'absence de tout terme du Dévonien moyen et supérieur scelle un événement majeur, correspondant probablement à un retrait de la mer sur toute la région, engendré par les premiers contrecoups de l'orogénèse varisque (phase bretonne). Cependant une érosion totale de ces terrains n'est pas à exclure. Le paysage va connaître de profondes modifications sous les effets des différentes phases de plissements qui vont affecter la région dès le Dévonien moyen, avec notamment l'érosion et l'arasement des reliefs paléo-protérozoïques présents. A la limite dévono-carbonifère, et principalement au Tournaisien, la région est soumise à d'intenses mouvements tectoniques distensifs dans le domaine mancennien, probablement transpressifs entre le CNA et le CSA (décrochements majeurs, fonctionnement des cisaillements Sud et Nord-armoricain). À cette phase tectonique est associée une intense activité magmatique acide et basique marquée par la mise en place d'un important champ filonien doléritique, dans la Mancennia, et dans le bassin de Laval (Le Gall et Mary, 1983 ; Le Gall, 1999), ainsi que par des massifs leucogranitiques datés entre 330 Ma et 340 Ma tels que ceux de Pontivy et du Pertre, et probablement celui de Craon. Cette période se marque également au Nord sur Entrammes (près de Laval) par une importante activité volcanique sub-aérienne à l'origine des massifs ignimbritiques d'Entrammes et de la Bouffelière (Le Hérisse et Plaine, 1982 ; Mary *et al.*, 1985). C'est au cours de cette période tournaisienne que va s'individualiser le bassin de Laval. En dehors de celui-ci qui va encore évoluer progressivement jusqu'au Stéphanien avec différents stades de comblements et d'ouvertures (*cf.* Cossé-le-Vivien ; Vernhet *et al.*, 2009), toute la région située au Sud, notamment celle de Craon reste émergée. À la fin du Viséen et au cours du Namurien inférieur, de nouveaux mouvements tectoniques en contexte décrochant dextre (Houlgatte *et al.*, 1988) vont affecter la région. Elle sera ensuite soumise entre le Namurien inférieur et le Stéphanien, à une phase de plissement majeure, affectant l'ensemble des terrains protérozoïques et paléozoïques (Houlgatte *et al.*, 1988) et à l'origine de la structuration actuelle du bassin de Laval et des synclinaux paléozoïques.

La régression marine s'amorce dès lors avec l'instauration au Nord de la région déjà émergée de Craon d'un milieu continental lacustre. À cette compression sub-méridienne va succéder une phase d'extension horizontale E-W qui va se prolonger durant le Stéphanien avec l'installation de petits bassins non plissés (bassin houiller de Saint-Pierre-la-Cour). L'ensemble de la région est maintenant émergée et la chaîne hercynienne va dès lors subir les effets de l'altération et de l'érosion continentale.

MÉSOZOÏQUE

Le socle varisque en apparence stable sur la région et simplement soumis à l'érosion, va progressivement s'effondrer à l'Est pour donner la grande cuvette du bassin de Paris. Cet effondrement favorisera par la suite les invasions marines jurassiques et crétacées. Dans la région, les seuls dépôts reconnus d'âge jurassique sont cantonnés au Nord-Est et à l'Est avec des dépôts initiaux aaléniens (Villaines-la-Juhel), toarciens (Sillé-le-Guillaume), à pliënsbachiens (Château-Gontier ; La Flèche). Ils marquent l'extension maximale vers l'Ouest de la transgression liasique. Celle-ci perdure dans cette partie est de la région depuis le Pliënsbachien jusqu'à l'Oxfordien et laisse ensuite la place à une phase de régression entraînant une émergence de toute la région et l'instauration d'un régime continental qui va se prolonger jusqu'au Crétacé supérieur. Durant toute cette période allant du Trias au Crétacé inférieur la région de Craon restera émergée.

À partir du Crétacé supérieur, on assiste à la grande transgression marine céno-manienne en provenance de l'Est qui va se propager vers l'Ouest au-delà des limites des terrains jurassiques. Elle se caractérise dans un premier temps par la mise en place de dépôts en contexte deltaïque, puis ensuite par des dépôts de milieu marin littoral à dominante terrigène (Céno-manien moyen et supérieur). Les terrains les plus représentatifs sont localisés sur les feuilles de Château-Gontier et du Lion-d'Angers (sables et graviers, sables et grès glauconneux, marnes à ostracées).

L'extension vers l'Ouest de cette transgression céno-manienne reste encore à l'heure actuelle très imprécise. Des témoins existent au Nord sur Mayenne (carrière de Glaintin) et Laval (quartier Saint-Nicolas, Thévalles) laissant à penser que cette transgression vers l'Ouest est certainement plus importante que ce qui est admis actuellement. En l'absence de témoins, l'histoire de la région de Craon reste donc à l'heure actuelle inconnue, depuis la fin du Silurien jusqu'au début du Cénozoïque, mais laisse entrevoir une longue période en domaine continental.

CÉNOZOÏQUE

Cette région est soumise aux agents de l'érosion et de l'altération probablement jusqu'à l'Oligocène. Le climat qui était déjà chaud au Mésozoïque persiste au cours du Tertiaire, avec des périodes extrêmement sèches notamment à l'Éocène supérieur. Il est à l'origine des processus de latéritisation, de kaolinisation et de silicification qui vont affecter le bâti protéro-paléozoïque et engendrer la formation de cuirasses ferrugineuses et de grès-silcrètes.

Au cours de l'Éocène supérieur, le jeu des grands accidents N150° à N160°E, en liaison avec une tectonique distensive, entraîne dans la région la formation de petits fossés tectoniques (Céaucé, Chantrigné, Marcillé, Mayenne, Aron, Évron, Thévalles). La mise en place de ceux-ci va permettre localement de piéger et de soustraire à l'érosion des témoins de la transgression cénomaniennne (Thévalles, quartier Saint-Nicolas à Laval, Glaintin près de Mayenne). Ces dépôts vont être par la suite recouverts et protégés par des sédiments laguno-lacustres à fluviaux, essentiellement représentés par des niveaux de sables et de cailloutis, localement de carbonates, d'âge éocène à oligocène. Ces niveaux seront postérieurement recouverts par des matériaux similaires au cours du Pliocène. Les problèmes de chronologie entre cette phase distensive à l'origine de la formation de ces fossés tectoniques et la sédimentation restent toutefois encore non élucidés. La fracturation peut aussi bien être contemporaine de la sédimentation, ce qui dans ce cas ferait coïncider ce phénomène de distension avec l'ouverture de la deuxième branche de l'Atlantique nord et la création des grands grabens type fossé rhénan (Ollivier-Pierre *et al.*, 1988), mais elle peut également très bien être postérieure au dépôt initié au cours du Ludien dans « des zones basses ». Le jeu des fractures N150°E aurait alors piégé et protégé en partie les dépôts. Sans oublier que la présence maintenant attestée de sédiments cénomaniens élargit sensiblement le laps de temps durant lequel ont eu lieu les mouvements et jeux de ces failles du bâti armoricain qui restent actives jusqu'au Plio-Pléistocène. Il faut également noter qu'en dehors de ces zones « confinées », les dépôts très importants qui ont résulté de l'érosion des chaînes cadomienne et varisque et dont les traces restent restreintes, ont probablement été en majeure partie lessivés et entraînés au loin vers l'Est dans le bassin de Paris au cours du Paléogène.

Durant le Miocène, on assiste dans la région au retour de la mer, épisode correspondant à ce que l'on appelle « la mer des faluns ». Cette mer a probablement eu une très grande extension mais seuls quelques rares témoins en sont conservés notamment dans les secteurs de Château-Gontier, Segré et Châteaubriant. Cette transgression marine se prolonge au cours du Pliocène et se marque par la mise en place d'importants dépôts de sables et de galets à signature fluvio-marine à marine qui vont notamment combler les petits fossés tectoniques cités précédemment et piéger les sédiments paléogènes. La

répartition de ces dépôts n'est en apparence pas anodine et probablement liée à un contrôle structural similaire à celui ayant piégé les dépôts éocène-oligocènes, et engendré par le rejeu des accidents N150° à N160°E au cours du Mio-Pliocène voire du Pléistocène. Ces rejeux très tardifs ont été confirmés par les études réalisées en 2002 par J.P. Lautridou sur les argiles fini-tertiaires de Saint-Gilles-des-Marais (feuille Domfront ; Vernhet *et al.*, 1996), études attestant d'un rejeu de la faille de Mayenne postérieur à la crise tectonique de la fin de l'Éocène et d'une activité tectonique importante à la fin du Tertiaire.

Enfin, concernant ces vastes épandages de sables et galets présents sur toute la région, bien qu'ils aient jusqu'à présent été majoritairement cartographiés en Pliocène, la prudence reste de mise dans la mesure où la présence attestée de Cénomanien, d'Éocène et d'Oligocène incite à penser que l'on peut aussi être confronté à des sables du Crétacé supérieur ou du Paléogène.

Au point de vue climatique, c'est à partir du Pliocène-Pléistocène que va s'amorcer un refroidissement de grande ampleur aboutissant aux grandes glaciations plio-quaternaires. La région est soumise à une succession de périodes froides glaciaires et tempérées interglaciaires, qui vont entraîner un important remodelage du paysage, pour aboutir progressivement à la configuration actuelle de celui-ci. La baisse du niveau des mers va entraîner un approfondissement des vallées et la mise en place de dépôts alluviaux à des cotes de plus en plus basses. La succession des phénomènes de gel et de dégel va engendrer une fragmentation des roches et favoriser la mise en place des formations de versants. C'est également au cours de cette période que vont se déposer les formations éoliennes lœssiques sous l'influence des vents d'Ouest dominants.

GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

SOLS, VÉGÉTATIONS ET CULTURES

La nature des sols est directement liée à celle du substrat dont ils dérivent. Ils se développent en majorité sur des formations d'altération plus ou moins évoluées et déplacées (colluvionnement, solifluxion) ou sur des formations récentes de type limons lœssiques ou alluvions. Le relief joue également un rôle primordial sur la différenciation de ces sols, ceux-ci apparaissant en effet plus évolués sur les zones hautes et planes, et au contraire moins évolués et caillouteux sur les versants. Enfin, les sols à forte tendance hydromorphe se localisent de préférence dans les fonds de vallées. La nature et la composition chimique de ces sols jouent un rôle fondamental sur la couverture végétale, favorisant le développement préférentiel de certaines espèces végétales et par là même, de certaines cultures.

La région de Craon est principalement tournée vers l'élevage et la culture. Les terrains sont majoritairement occupés par les cultures (maïs pour le bétail, maïs à grain, blé, seigle, avoine, pois, sorgo, orge, colza), et en proportion moindre par les prairies et pâturages de ray-grass pour le bétail.

Sols sur formations briovériennes

L'altération des roches briovériennes, en général très prononcée sur cette feuille, conduit à la formation au stade le plus évolué de faciès fins argilo-sableux ou « pseudo-limons », à nette dominante argileuse sur les faciès silteux, plus sableux au niveau des barres grés-grauwackeuses. Ces « limons » peuvent être mélangés à des limons loessiques et colluvionnés sur les pentes.

Les sols présents sur ces matériaux briovériens sont bruns lessivés, à bruns acides dans les zones les plus sableuses ou les plus hautes, et sont essentiellement utilisés pour la culture (champs) et l'élevage (pâturages). La couverture forestière y est réduite, limitée au Nord-Ouest à la forêt de Craon et à l'Est à celle de Valles sur Chemazé. Les roches y sont très altérées, argilisées avec des sols très bruns à gris, glaiseux, gras, très caractéristiques. Les grès-quartzites donnent des sols sablo-argileux, beiges à jaunâtres, très humides et gras, à éléments de quartzites.

Sols sur formations paléozoïques

Le substrat paléozoïque est principalement représenté par des schistes-pélites, et des grès et quartzites. Les sols sur schistes et pélites sont en général lessivés, hydromorphes, à caractère de pseudogleys ou gleys. L'altération engendre la formation de faciès fins à dominante argileuse, plus gras et plus argileux que ceux situés en contexte silteux briovérien, lourds et plus difficiles à travailler. Ils sont occupés par des prairies hygrophiles, des zones à tendance marécageuse, et des cultures.

Les sols sur grès ou quartzites paléozoïques sont en général maigres, bruns acides, de qualité médiocre et plus ou moins difficiles à travailler en raison des fréquents blocs non décomposés. Ils sont sablonneux, graveleux et caillouteux, à éléments de grès ou de quartzite. Ils sont très souvent imbibés d'eau notamment sur les plateaux en raison de leur forte charge en argiles d'altération (mauvaise infiltration). Utilisés pour la culture ou servant de pâturages et d'herbages, ils concentrent la majorité des massifs forestiers présents sur cette zone (forêt d'Ombrée, bois de La Ferrière-de-Flée, bois de Saint-Gilles sur Grugé-l'Hôpital, de Lourzais (Renazé), de Saint-Martin-du-Limet, du Châtellais).

Sols sur sables et graviers

Les sols y sont sablo-limono-argileux, en général lessivés sur les plateaux, plus ou moins riches en éléments grossiers, faciles à travailler, présentant des caractères similaires avec les sols sur granite. Ils ont une forte perméabilité et ont tendance à s'assécher très rapidement.

Sols sur colluvions

Ces dépôts de versant à matrice silto-argileuse dominante s'accompagnent majoritairement de sols bruns à bruns acides sur substrat schisteux, avec une tendance possible à la podzolisation en présence d'une fraction sableuse importante (grès désagrégé). Dans les zones grése-quartzitiques, les apports riches en silice favorisent la formation de sols très acides, occupés par des landes à ajoncs et à équisétums. Ils sont à l'origine de zones humides voire marécageuses nécessitant un drainage pour pouvoir être cultivées.

Sols sur limons

Ce sont des sols bruns lessivés à bruns acides, homogènes et faciles à travailler, principalement utilisés pour la culture des céréales (blé, maïs, avoine, sorgo, orge, seigle, colza). En général très argileux, ils ont de ce fait pour inconvénient d'être très rapidement saturés en eau, devenant alors très lourds, plastiques, difficiles à travailler et entraînant un pourrissement des cultures. À l'inverse, ils vont constituer en période sèche une croûte dure en surface avec des fentes de dessiccation, qui va asphyxier très rapidement les plantes. Des travaux de drainage peuvent donc être nécessaires pour les travailler.

Sols sur alluvions

En domaine alluvial, les sols sont argilo-sableux, bruns et organiques, occupés par des herbages ou, lorsqu'ils ont été drainés, par des cultures. Ils sont peu évolués, isohumiques, demeurant hydromorphes (type gley et pseudo-gley), même après drainage.

GÉOGRAPHIE HUMAINE

La zone cartographiée se situe dans la région des Pays de la Loire, à cheval sur les départements de la Mayenne (53) et du Maine-et-Loire (49). Elle se trouve dans la région naturelle du Haut-Anjou, avec la Mayenne angevine au Nord (Pays de Craon et Pays de Château-Gontier) et le Pays segréen au Sud. Le paysage est très variable du Nord au Sud, vallonné au Nord, à relief plus

contrasté au Sud au niveau des synclinaux paléozoïques. Bien que les surfaces cultivables aient une forte tendance à augmenter, le caractère bocager y est encore présent avec de nombreuses parcelles bordées de haies de chênes, de hêtres, de chataigniers et de noisetiers. Cette tendance vers des parcelles cultivables de plus en plus importantes s'est amorcée dans les années 50, avec le développement de l'agriculture intensive nécessitant d'avoir des surfaces plus adaptées au matériel agricole actuel et à la production intensive.

Cette politique a malheureusement eu pour conséquences :

- de modifier en partie les écosystèmes avec la suppression des haies ;
- d'amplifier les processus d'érosion des sols ;
- de provoquer un appauvrissement des nappes d'eau superficielles par drainages intensifs ;
- de provoquer une accélération de la montée des eaux dans les cours d'eau lors de fortes précipitations et l'augmentation des crues ;
- de modifier le régime et les effets des vents d'Ouest.

La tendance amorcée depuis quelques années vers une meilleure gestion de notre agriculture en quantité et en qualité et de notre cadre de vie conduit maintenant à limiter cette destruction massive des haies mais également à les réintroduire en bordure des routes et chemins. Des programmes importants d'assainissement et de protection de l'environnement ont également été mis en place par les différents organismes concernés (Chambres d'agricultures, DDA, DDE), afin d'être en conformité avec les normes sanitaires européennes (stabulations, fosses à lizier etc..).

L'habitat donne une parfaite image du sous-sol, les constructions étant tout du moins pour les plus anciennes directement réalisées avec des matériaux pris sur place : Grès armoricain et schistes ardoisiers au niveau des synclinaux paléozoïques, siltites et grès sur les terrains néoproterozoïques.

Sur le plan économique, la région de Craon est une région rurale dont la principale ressource repose sur l'agriculture avec la production de viande (bovins, porcins, ovins, volailles), de lait et de céréales. À cette activité est associée toute une industrie agro-alimentaire avec notamment un grand centre laitier à Craon (groupe Lactalis), mais également une industrie mécanique, électronique, chimique. Quelques grands vergers sont présents sur cette zone pour la pomme à couteau ou pour la fabrication du cidre et du pommeau de Craon.

D'autres industries s'y sont implantées dans le domaine du transport, des carrières (groupes Lafarge et Pigeon) ou de la transformation de matériaux cellulaires et de matières plastiques.

Cette région de Craon constitue une zone de passage située sur l'axe Laval-Nantes (D 771), non loin d'Angers et du Mans. Le tourisme représente une part de plus en plus importante dans l'économie locale avec le développement de circuits pédestres (ancienne voie ferrée Renazé-Craon-Laval réaménagée), une activité hippique de plus en plus importante (hippodrome de la Touche à Craon avec ses courses nationales des « Trois glorieuses »), et un patrimoine culturel de plus en plus mis en valeur (églises, châteaux, dont celui de Craon, musée de l'ardoise et de la géologie à Renazé avec la participation du BRGM, celui de « la Mine bleue » à Noyant-la-Gravoyère).

ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE

Les données présentées ci-dessous sont données à **titre indicatif**, aucune étude spécialisée n'ayant été réalisée sur cette zone par nos services.

Travaux dans les terrains néoprotérozoïques

Pour les travaux en contexte briovérien, les terrassements dans la tranche superficielle de ces terrains pourront normalement être effectués avec des pelles mécaniques de puissance moyenne, ces roches étant majoritairement altérées et fragmentées. Une estimation de l'épaisseur de la zone altérée reste indispensable avant tous travaux. Dans les zones saines, superficielles ou plus profondes, l'utilisation d'engins de déroctage devra être envisagée. Les formations silteuses se délitent normalement en plaques mais sont souvent difficiles à attaquer vu la forte inclinaison des couches. Les grès sont plus massifs et plus compacts, plus difficiles à travailler mais sont en comparaison avec les siltites plus facilement désagrégeables en surface. Les quartzites sommitaux sont très durs mais souvent très altérés et à l'état de blocs en surface laissant entrevoir une portance très instable et hétérogène.

Enfin pour tous les grands chantiers de BTP, il est recommandé d'effectuer une reconnaissance préalable des zones silteuses pour éviter tout risque de glissement de terrain. Les faciès fortement argilisés ne peuvent avoir que de très mauvaises caractéristiques de portance et de tenue en conditions hydromorphes. De même que pour les faciès silteux, il sera impératif d'en reconnaître la puissance notamment dans le cas de fondations pour faire face à tout problème de retrait-gonflement des argiles (fissuration et instabilité des bâtiments), mais également au niveau des zones pentées pour éviter tout fluage de ces argiles (glissements de terrain).

Travaux dans les terrains paléozoïques

Les terrains paléozoïques présentent selon leur nature des caractéristiques géotechniques très différentes, assimilables toutefois à celles des terrains briovériens. Le terrassement de surface en contexte silteux pourra être réalisé avec des engins de puissance moyenne dans la mesure où ces terrains sont généralement fragmentés en surface. Les terrassements en roche saine, superficiels ou profonds, nécessiteront des engins plus puissants. À l'état très altéré ces formations silteuses vont donner des sols argilo-silteux à argileux, plus ou moins plastiques, de portance très médiocre, susceptibles de fluier dans les zones pentées, et très sensibles au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Les différents grès paléozoïques pourront être travaillés dans les zones altérées sablo-argileuses avec des pelles de puissance moyenne, la principale difficulté résidant dans la présence plus ou moins abondante de blocs non désagrégés hétérométriques. La portance de ces terrains sera donc très variable selon leur homogénéité. La possibilité d'avoir une nappe d'eau superficielle à l'interface altérite-roche saine devra également être prise en compte afin d'éviter toute instabilité des terrains.

Les terrassements profonds ou en zones non altérées pourront nécessiter l'utilisation de puissants engins de déroctage et l'emploi d'explosifs, en particulier dans les faciès quartzitiques. Étant données la nature siliceuse, la granulométrie et la dureté de ces roches, il faut s'attendre à une usure relativement importante et rapide des outils. Les grès présentent dans leur ensemble de bonnes caractéristiques géotechniques et constituent un excellent matériau pour charger les routes. Le Grès armoricain est actuellement exploité à l'Ouest en dehors de la carte sur Chazé-Henri près de Pouancé (feuille Châteaubriant).

Que ce soit pour le bâtiment ou pour les grandes infrastructures routières et ferroviaires, une reconnaissance préalable de ces terrains devra également être effectuée afin de limiter les risques de glissement et d'instabilité de ceux-ci.

Travaux dans les terrains méso-cénozoïques

Les sables et graviers ne poseront pas de gros problème au niveau terrassement. Des pelles mécaniques de puissance moyenne sont suffisantes. Par contre, ces terrains sablo-gravelo-argileux seront nettement moins stables, de portance très moyenne, sujets à des tassements, à des effondrements (tranchées, carrière) et à des fluages sur les pentes. Vu leur porosité, il sera également nécessaire de vérifier la présence éventuelle d'une nappe d'eau au niveau de l'interface sable-substratum. Ces terrains ont fait l'objet sur toute la zone de petites excavations ponctuelles et artisanales.

Sur le plan industriel, une carrière est actuellement en activité à l'Ouest de Château-Gontier, au lieu-dit « Bel-Air » (groupe Lafarge) sur la D 22 entre Château-Gontier et Laigné. Ces niveaux fournissent, après séparation, du sable siliceux et des graviers. Leur exploitation est cependant handicapée par la présence d'une forte proportion en argiles atteignant jusqu'à 25 %.

Les limons constituent des matériaux de faible résistance, faciles à décaper mais sujets à des tassements importants liés notamment au phénomène de retrait-gonflement des argiles. Ils sont sans aucune tenue à l'état hydromorphe et peuvent donner lieu à des glissements de terrain sur les pentes.

Les alluvions anciennes ou récentes sont également faciles à décaper mais présentent de façon générale de mauvaises caractéristiques de portance et de tenue en raison de leur hétérogénéité et de leur nature sablo-gravelo-argileuse (faciès non consolidé). Ces terrains sont actuellement exploités industriellement sur la commune de Nyoiseau (sablière Savary ; groupe Pigeon).

RISQUES NATURELS

Activité sismique

Cette région fût dans les « temps anciens » soumise à d'importantes déformations, notamment au Carbonifère. Elle apparaît relativement stable de nos jours, en comparaison avec d'autres régions françaises. Toutefois, quelques épicentres y ont été relevés au cours des deux derniers siècles et quelques petites secousses y sont encore ressenties périodiquement (Vogt *et al.*, 1979). Les quelques séismes signalés dans les écrits anciens touchent plus particulièrement le Craonnais-Segréen, le bassin de Laval et la région d'Angers, avec des épicentres localisés dans ou à l'extérieur de la région. Parmi ceux-ci, citons ceux du 25 janvier 1799 (intensité 7,5 en MSK) et du 14 septembre 1866 (intensité 7) ressentis à Laval mais d'épicentre hors région, ou ceux du 27 décembre 1890 (intensité : 5; épicentre : Pouancé), et du 4 mars 1965 (intensité : 5,5 ; épicentre : Le Lion-d'Angers) (tabl. 3, fig. 9 et 10).

Rappelons que l'échelle MSK (du nom de ses auteurs : Medvedev, Sponheuer, et Karnik) a été proposée en 1964 et comporte 12 degrés.

Pour toutes informations complémentaires nous renvoyons au site national internet www.sisfrance.net.

Date	Localisation épicentrale	Région ou pays de l'épicentre	Intensité épicentrale (en MSK)
novembre 469	Val d'Anjou (Angers ?)	Anjou	inconnue
25 mars 1588	Val d'Anjou (Angers)	Anjou	6,5
8 avril 1593	Val d'Anjou (Angers)	Anjou	6
16 janvier 1609	Val d'Anjou (Angers)	Anjou	6
25 janvier 1799	Marais breton (Bouin)	Pays nantais et vendéen	7,5
31 mars 1804	bassin de Laval (Laval)	Maine	inconnue
3 juin 1813	La Fontaine-Daniel	Mayenne	5,5
13 novembre 1848	bassin de Laval (Gesnes)	Maine	5
14 décembre 1852	Craonnais et Segréen	Anjou	4,5
14 février 1859	Saumurois (Saumur)	Anjou	4
14 septembre 1866	Brenne (Azay-le-Ferron)	Berry	7
3 septembre 1880	Craonnais et Segréen (Freigne)	Anjou	inconnue
15 février 1887	Ernée	Mayenne	5,5
11 avril 1887	Val d'Anjou (Angers)	Anjou	inconnue
27 décembre 1890	Craonnais et Segréen (Pouancé)	Anjou	5
19 mars 1896	Val d'Anjou (Angers)	Anjou	4
23 mars 1913	Pré-en-Pail	Mayenne	5
13 décembre 1915	Val d'Anjou (Angers)	Anjou	4
10 janvier 1921	bassin de Laval (Saint-Jean-sur-Mayenne)	Maine	5
26 septembre 1925	Marche-Boischaut (Châteaumeillant – La Châtre)	Berry	6,5
30 juillet 1926	Jersey	Iles anglo-normandes	6,5
30 avril 1939	Pays de Nantes (Nort-sur-Erdre)	Pays nantais et vendéen	4
30 avril 1939	Craonnais et Segréen (Ouest Challain)	Anjou	inconnue
10 septembre 1950	Bocage vendéen (Cerisay)	Poitou	5
20 juillet 1958	Ile d'Oléron	Charentes	6
4 mars 1965	Craonnais et Segréen (Le Lion-d'Angers)	Anjou	5,5
18 et 19 janvier 1966	Craonnais et Segréen (Ballots)	Maine	inconnue
7 septembre 1972	Ile d'Oléron	Charentes	7
14 septembre 1983	Bocage vendéen (Bressuire)	Poitou	4
11 mai 1988	bassin de Laval (La Chapelle-Anthenaise)	Maine	4
8 juin 2001	Bocage vendéen (Chantonay)	Pays nantais et vendéen	5
5 novembre 2006	Saumurois (Candes, Saint-Martin)	Anjou	4

Tabl. 3 - Quelques séismes ressentis à l'échelle régionale. Épicentres dans et hors région (d'après le site www.sisfrance.net)

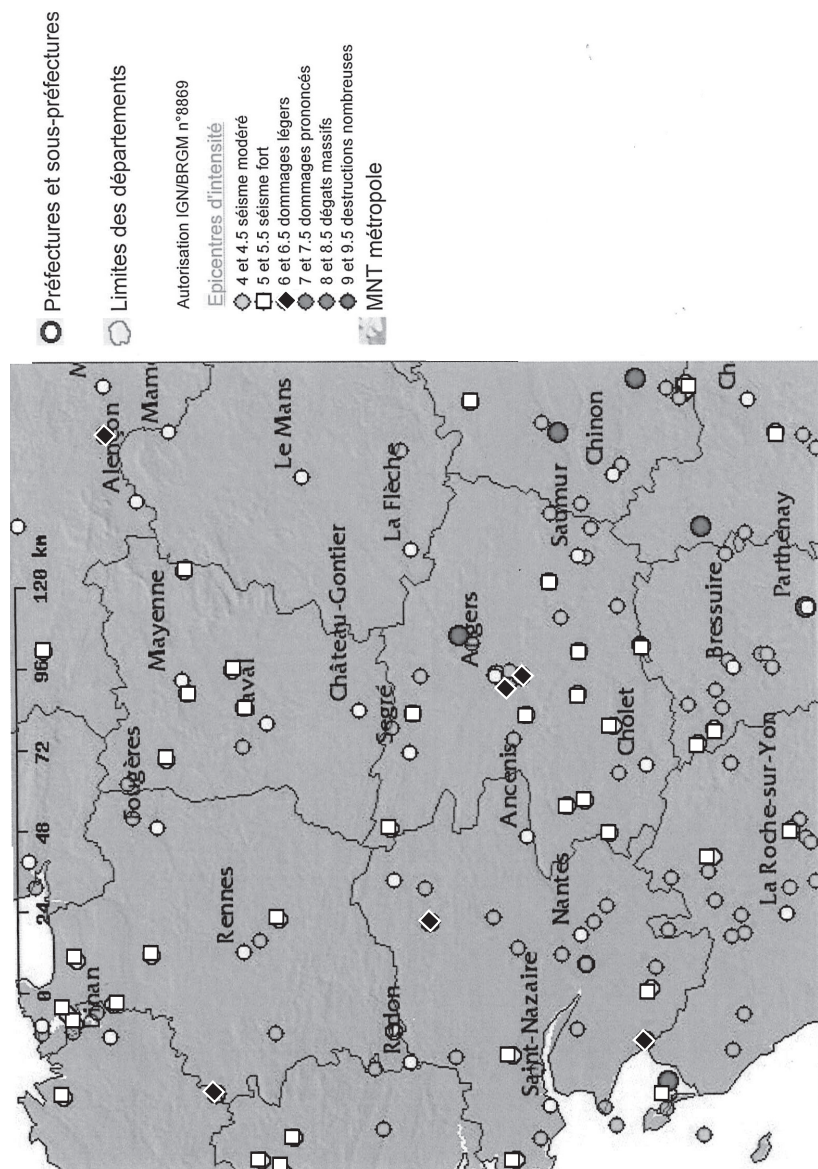


Fig. 9 - Carte des épicentres à l'échelle régionale. Intensité en échelle MSK (d'après le site internet « sisfrance.net »)

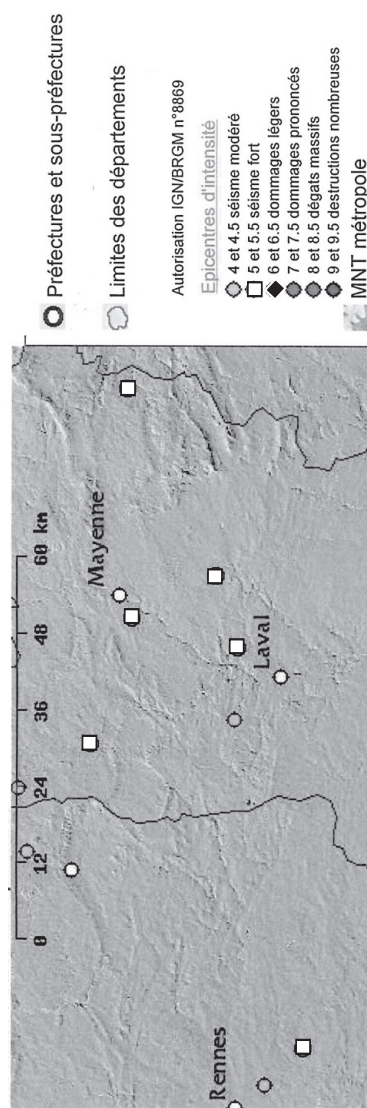


Fig. 10 - Carte des épicentres au niveau de la zone d'étude. Intensité en échelle MSK (d'après le site internet « sisfrance.net »)

Cavités souterraines

La région a fait l'objet durant plusieurs siècles d'une importante activité minière portant sur l'extraction de schistes ardoisiers et de minerai de fer. Ces exploitations ont laissé un grand nombre d'ouvrages souterrains (puits, galeries, descenderies) susceptibles tôt ou tard de s'effondrer avec toutes les conséquences que cela peut avoir sur l'environnement local. La connaissance et la prise en compte de ces ouvrages constituent par conséquent un enjeu majeur notamment dans le cadre des plans d'occupation des sols, des PPRM (plan de prévention des risques miniers) et des PPR des communes concernées. Seules quelques données concernant ces cavités d'origine minière sont présentées ici, à titre indicatif (tabl. 4 et fig. 11). Des informations plus précises sont disponibles sur le site internet www.bdcavite.net hébergé par le BRGM et auquel nous renvoyons.

De nombreuses études ont déjà été réalisées sur ces différents sites miniés par les DRIRE, l'INERIS et le BRGM dans le cadre de la révision des P.O.S, des mises en sécurité de ces anciens sites et des aléas liés à la présence de ces cavités souterraines (exemple : Vincent *et al.*, 2000 ; Loislard, 1983, 2004 ; Delaunay *et al.*, 2003).

Communes	Nombre de cavités souterraines recensées
Renazé	44
Saint-Martin-du-Limet	1
Saint-Saturnin-du-Limet	11
Bourg-l'Évêque	2
Châtelais	1
Combrée	2
Noyant-la-Gravoyère	2

Tabl. 4 - Cavités souterraines recensées sur quelques communes présentes sur la feuille de Craon à 1/50 000 (d'après le site internet www.bdcavite.net)

RESSOURCES EN EAU

Précipitations efficaces et ressources en eau

D'une manière générale, le renouvellement des ressources en eau s'effectue lors de chaque cycle hydrologique, entre l'automne et le printemps, période pendant laquelle les précipitations peuvent être « efficaces ». Les précipitations efficaces correspondent à la quantité d'eau précipitée et non reprise par évapotranspiration. Une partie de ces précipitations permet de reconstituer le

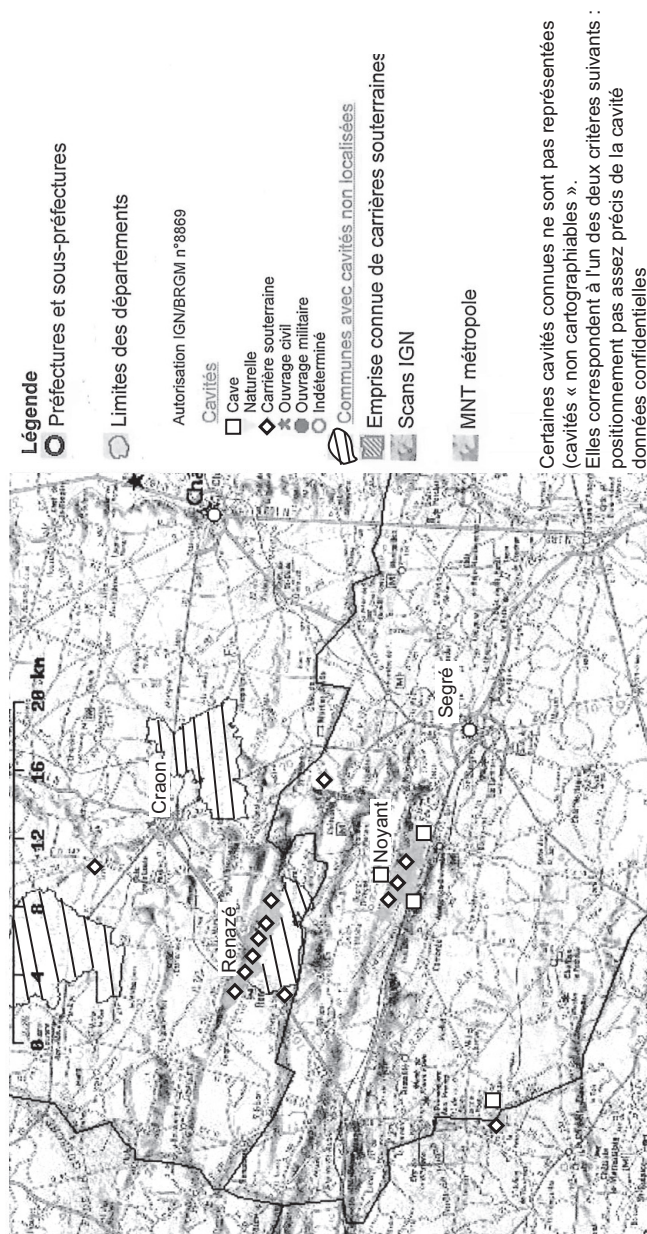


Fig. 11 - Carte des cavités souterraines (d'après le site internet « bdcavite.net »)

stock d'eau du sol (réserve utile) et l'autre partie, soit ruisselle à la surface du sol, soit s'infiltre et contribue à la recharge des nappes.

À Craon¹, les précipitations (P) annuelles moyennes sont de 719 mm et l'évapotranspiration potentielle (ETP) annuelle moyenne est de 749 mm (chronique : 1975-2009). Le bilan hydrique, établi au pas de temps mensuel sur la période 1975-2009, conduit à une estimation de la valeur moyenne des précipitations efficaces annuelles de 310 mm. Pour une réserve utile moyenne² de 100 mm, la part des précipitations totales, susceptible de donner lieu à un écoulement (souterrain et superficiel), correspond à 210 mm soit, en débit moyen régularisé, 6,5 l/s/km². Il s'agit d'une valeur moyenne, les conditions climatiques, parfois très contrastées, pouvant se traduire par des variations importantes de la valeur des précipitations efficaces : 637 mm au cours du cycle 2000-2001, très excédentaire, et 87 mm au cours du cycle 1991-1992, très déficitaire (fig. 12). Les valeurs correspondant à ces deux cycles constituent les extrêmes calculées pour la période 1975-2009.

Eaux superficielles

La feuille Craon est située, pour sa plus grande partie, dans le bassin versant de l'Oudon, affluent de la Mayenne dans laquelle il se jette à la hauteur du Lion-d'Angers (Maine-et-Loire). La bordure orientale de la feuille appartient, quant à elle, au bassin versant de la Mayenne.

L'Oudon, rivière dont la source est située près de La Gravelle, en limite nord de la feuille Cossé-le-Vivien mais sur la feuille Laval, traverse du Nord au Sud le territoire cartographié, en passant par les agglomérations de Craon et de Segré (feuille Segré). Ce cours d'eau et ses affluents sont alimentés par le ruissellement lors des périodes pluvieuses ainsi que par l'apport des eaux souterraines qui constituent généralement, en période d'étiage, l'essentiel du débit des cours d'eau.

Il existe une station hydrométrique, gérée par la DREAL des Pays de la Loire, à Châtellais³, à l'aval d'un bassin versant d'une superficie de 734 km². Pour la période 1973-2009, le débit moyen de ce cours d'eau (module) est de 3,93 m³/s soit, pour un bassin versant de 734 km², un débit spécifique moyen de 5,4 l/s/km², valeur inférieure à celle calculée sur la base des données de P et ETP pour la même période (6,5 l/s/km²).

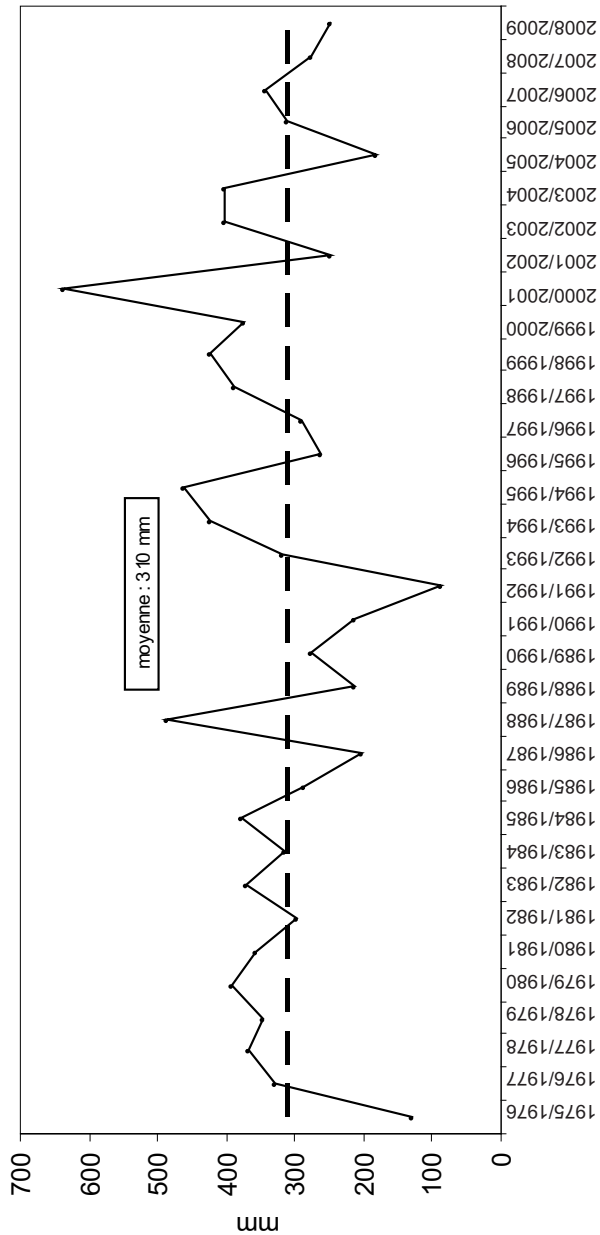
¹ Station pluviométrique de Météo-France (n° 53077001) ; coordonnées Lambert II étendu : X : 2 356 300 m et Y : 2 334 500 m ; altitude : 95 m NGF. ETP Penmann décadaire (Météo-France) calculée au point de grille de coordonnées : 47°45'00"N et 01°00'00"W, à environ 5 km à l'Ouest de Châtellais.

² Cette valeur dépend étroitement de caractéristiques des sols (texture, épaisseur) et n'est donnée ici qu'à titre indicatif.

³ Station M3771810.

PRÉCIPITATIONS EFFICACES

P : Craon ; ETP : point de grille



cycle hydrologique

origine des données : Météo-France

Fig.12 - Précipitations efficaces de la région de Craon, d'après les données de Météo-France

Le bassin de l'Oudon est essentiellement constitué de schistes et de grès dont la perméabilité est faible. L'infiltration limitée et l'absence de nappes alluviales étendues expliquent le régime hydrologique très contrasté de la rivière : étiages sévères de juin à octobre et crues violentes de décembre à mars. Ainsi, le QMNA (débit mensuel minimal) de l'Oudon, de fréquence quinquennale sèche, n'est que de 0,013 m³/s à Châtelais, soit 0,018 l/s/km² (0,3 % du débit spécifique moyen).

Sur le territoire de la feuille Craon, les ressources en eau superficielle utilisées pour la production d'eau potable sont constituées par deux cours d'eau : la Mayenne et l'Oudon. L'essentiel de l'alimentation en eau potable des collectivités situées sur le territoire de cette feuille est assurée à partir d'eau prélevée dans ces cours d'eau et traitée dans les stations suivantes :

– rivière la Mayenne : sur la feuille Meslay-du-Maine, la station de la Roche à Loigné-sur-Mayenne (Syndicat Mixte de Renforcement en Eau Potable du Sud-Ouest Mayenne), dont la capacité de production est de 16 000 m³/j ; les collectivités suivantes, situées sur le territoire de la feuille Craon, sont alimentées par cette station :

- en totalité : Ampoigné, Chérancé, Laigné, Loigné-sur-Mayenne, Marigné-Peuton, Mée, Pommerieux, Saint-Quentin-les-Anges (communes membre du Syndicat Intercommunal de la région ouest de Château-Gontier : SIROCG), Craon,
- en complément de ressources souterraines et en sécurisation : SIAEP du Craonnais⁴ (communes situées sur la feuille : Bouchamps-lès-Craon, Congrier, La Boissière, Niaffes, Renazé, Saint-Martin-du-Limet, Saint-Saturnin-du-Limet et La Selle-Craonnaise).

Pour les collectivités membres du Syndicat Mixte de Renforcement en Eau Potable du Sud-Ouest Mayenne, auquel appartiennent la totalité des communes mayennaises situées sur le territoire de la feuille Craon, la part des eaux superficielles dans la fourniture d'eau est de 72 % en moyenne (2004) et de 80 % en pointe (2006)⁵.

– Rivière l'Oudon : sur la feuille Segré, la station de Saint-Aubin-du-Pavoil au Nord de Segré, (SIAEP du Segréen⁶ et sécurisation du SIAEP du Craonnais), d'une capacité maximum de prélèvement de 160 m³/h et qui assure environ 20 % des besoins du Syndicat. Malgré la réalisation d'actions concrètes, l'eau de l'Oudon n'a pas encore retrouvé une qualité compatible avec la production d'eau potable en raison de la présence de nitrates à des teneurs excessives. Le SIAEP du Segréen a dû envisager la fermeture prochaine de la station et une interconnexion avec Angers Loire Métropole est en cours de réalisation afin d'alimenter le secteur de Segré.

⁴ Ressource souterraine : captage de la Marinière à Chazé-Henri, dans un aquifère constitué par des faluns miocènes (feuille Chateaubriand).

⁵ Conseil général de la Mayenne, Schéma départemental eau potable.

⁶ Auquel appartiennent la totalité des communes du Maine-et-Loire situées sur la feuille Craon.

Eaux souterraines

Les principales formations géologiques présentes sur le territoire de la feuille Craon -hors recouvrements limoneux, colluvial et alluvial- appartiennent aux différentes entités suivantes :

- les **terrains sédimentaires néoprotérozoïques**, représentés essentiellement par des siltites, des argilites, des grès-grauwackes et des grès-quartzites, affectés par un métamorphisme régional de très faible intensité et, dans la région de Craon, par un métamorphisme de contact lié à la présence, sous la couverture briovérienne, d'un batholite granitique (« granite de Craon ») dont les zones d'affleurements sont très restreintes ; ces terrains occupent environ les 2/3 de la superficie de la feuille ;
- les **formations paléozoïques** (Ordovicien et Silurien), correspondant aux synclinaux de Martigné-Ferchaud et de Segré et présentes dans le 1/3 Sud de la feuille ; ces formations sont constituées de siltites, d'argilites, de grès et de quartzites ; ces terrains s'étendent sur une superficie correspondant à environ 1/3 de la feuille ;
- les **dépôts sablo-graveleux (Crétacé supérieur à Pliocène ?)**, constitués de sables fins à grossiers, plus ou moins argileux, blancs à ocre, avec fréquemment des graviers et galets. Ils sont présents sous la forme de placages de quelques mètres d'épaisseur (jusqu'à localement une quinzaine de mètres), en couronnement de plateaux et essentiellement sur la bordure est de la feuille, où leur extension sur le socle briovérien est importante ;
- les rares **cortèges filoniens** (quartz, ...).

Du point de vue hydrogéologique, il convient de distinguer :

- les **dépôts sableux et sablo-graveleux**, caractérisés par une porosité d'interstices susceptible de leur conférer des propriétés aquifères intéressantes ;
- les **formations de socle**, plus ou moins altérées, dans lesquelles la perméabilité est généralement de type secondaire (perméabilité de fracture), acquise au cours des phases successives de déformation et qui a pu se développer ultérieurement à la faveur des mécanismes d'altération superficielle.

Les ressources en eau de la partie superficielle et altérée des terrains de socle, ainsi que celles des formations sablo-graveleuses qui les recouvrent localement, ont longtemps été suffisantes pour assurer la satisfaction des besoins domestiques locaux grâce à des puits généralement peu profonds et très répandus en milieu rural.

Dans les années cinquante, la généralisation de l'adduction d'eau potable publique a conduit les collectivités à la création de captages, le plus souvent à l'emplacement de sources. L'utilisation de nombreux puits privés a alors été

abandonnée, l'adduction publique permettant d'assurer un approvisionnement en eau potable satisfaisant tant du point de vue qualitatif que quantitatif.

Les ouvrages de captage réalisés (puits) dépassaient rarement une dizaine de mètres de profondeur. Leur capacité de production, n'excédant pas dans le meilleur des cas $200 \text{ m}^3/\text{j}$, s'est souvent avérée insuffisante, notamment avec l'accroissement des besoins. De plus, depuis le début des années soixante-dix, la qualité de l'eau s'est lentement dégradée en raison de l'intensification de l'agriculture et certains captages ont dû être abandonnés, ce qui a été notamment le cas des puits de la Bretonnière (n° BSS : 03902X009 et 03902X0010), réalisés en 1950 et qui alimentaient la commune de Craon.

Le tableau 5 présente les principales caractéristiques des deux seuls captages d'eau souterraine actuellement exploités pour l'AEP des collectivités dans les limites du territoire de la feuille Craon et le tableau 6 illustre la qualité de l'eau brute de la ressource exploitée dans ces captages.

Les ressources en eau souterraines des formations sablo-graveleuses ne sont actuellement exploitées pour l'alimentation en eau potable (AEP) que dans la région de Bazouges (captage de la Plaine) où, en raison de leur extension et de leur épaisseur, le réservoir qu'elles constituent est relativement important (paramètres hydrodynamiques : $T = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$; $S = 8 \%$). Le premier captage de la commune de Chemazé, à Chanteloup, ainsi que les deux puits de la Bretonnière (Craon) exploitaient également l'eau contenue dans les sables et graviers. Ailleurs, les ressources sont mal connues mais, selon toute vraisemblance, peu importantes, ces formations constituant en effet le plus souvent des placages résiduels dans lesquels l'épaisseur mouillée est souvent faible.

Le forage de Chanteloup (Chemazé), réalisé en 2006 en remplacement d'un ancien ouvrage colmaté, exploite quant à lui l'aquifère contenu dans le socle schisto-gréseux briovérien, sous la couverture sablo-graveleuse. Dans les aquifères de socle on peut, d'une manière très générale, considérer le schéma suivant :

– en haut, la partie altérée et diaclasée des terrains, constituant en quelque sorte le « réservoir » : la nappe y est libre, directement alimentée par les précipitations efficaces, et vulnérable aux pollutions, notamment diffuses (nitrates, pesticides) ;

– en bas, le socle sain, plus ou moins fissuré et fracturé selon le contexte structural local : la nappe y est généralement semi-captive et alimentée par drainance à partir du « réservoir » sus-jacent ; les débits instantanés obtenus au soufflage peuvent atteindre, dans le meilleur des cas, une centaine de m^3/h (forage de Chanteloup à Chemazé : $80 \text{ m}^3/\text{h}$), valeur sans lien direct avec le débit d'exploitation ; l'eau est généralement exempte de nitrates en profondeur mais

Indice BSS	X	Y	Commune	Lieu-dit	Maître d'ouvrage	Année	Formation	Nature de l'ouvrage	profondeur (m)	Capacité en m ³ /j (m ³ /h)
-	366,570	2 316,350	Chemazé	Chanteloup	commune de Chemazé	2006	schistes et grès briovériens	forage	120	300 (15)
03904X0001/P	367,140	2 318,740	Bazouges	la Plaine	SIROCG	1961	sables et graviers	puits	16	500 (25)

Tabl. 5 - Ouvrages AEP exploités sur la feuille de Craon

Paramètres	Unités	Chanteloup	la Plaine
		-	03904X0001/P
		Schistes et grès briovériens	Sables et graviers
pH	unité pH	7,1	5,9
conductivité à 25 °C	$\mu S.cm^{-1}$	470	301
TH	°f	19,6	9,7
TAC	°f	15,0	2,0
chlorures	mg/l	31,0	43,7
sulfates	mg/l	38,0	8,7
ammonium	mg/l	0,05	< 0,02
nitrites	mg/l	< 0,02	< 0,01
nitrates	mg/l	< 2	67,4
calcium	mg/l	62,0	26,3
magnésium	mg/l	6,5	8,1
potassium	mg/l	1,4	1,0
sodium	mg/l	16,0	20,3
fluorures	mg/l	0,07	0,07
fer dissous	mg/l	2,89	< 0,02
manganèse	mg/l	0,33	< 0,01

Tabl. 6 - Principales caractéristiques physico-chimiques d'eaux brutes de captages AEP exploités (DDASS de la Mayenne, Santé-Environnement)

le fer et parfois le manganèse sont toujours présents à l'état dissous, traduisant l'existence de conditions de milieu réductrices, favorables au développement de phénomènes de dénitrification naturelle ; les données hydrodynamiques sont rares en raison du petit nombre d'ouvrages dans lesquels des pompages d'essai ont été réalisés (forage de Chanteloup : transmissivité de $1,5.10^{-4} m^2/s$). La présence de fer dissous constitue un facteur de risque de colmatage des forages : une conception et une exploitation adaptée des ouvrages, avec un suivi régulier de leurs caractéristiques hydrauliques, peuvent cependant permettre de réduire les risques de dégradation.

Dans des conditions favorables, les formations briovériennes peuvent permettre d'envisager des débits d'exploitation de 15 à 20 m³/h. Outre le forage de Chemazé, deux autres ouvrages exploitent cet aquifère en limite de la feuille Craon mais sur le territoire de la feuille Cossé-le-Vivien : le forage des Chaintres à Ballots (n° BSS : 03555X6006 : environ 300 m³/j) et le forage de la Haie-les Friches à Cossé-le-Vivien (n° BSS : 03556X0042 : environ 400 m³/j).

Le très petit nombre d'ouvrages de captage pour l'AEP sur le territoire de la feuille Craon reflète le faible potentiel aquifère des formations géologiques présentes sur cette feuille. Le SAGE du bassin de l'Oudon a cependant défini,

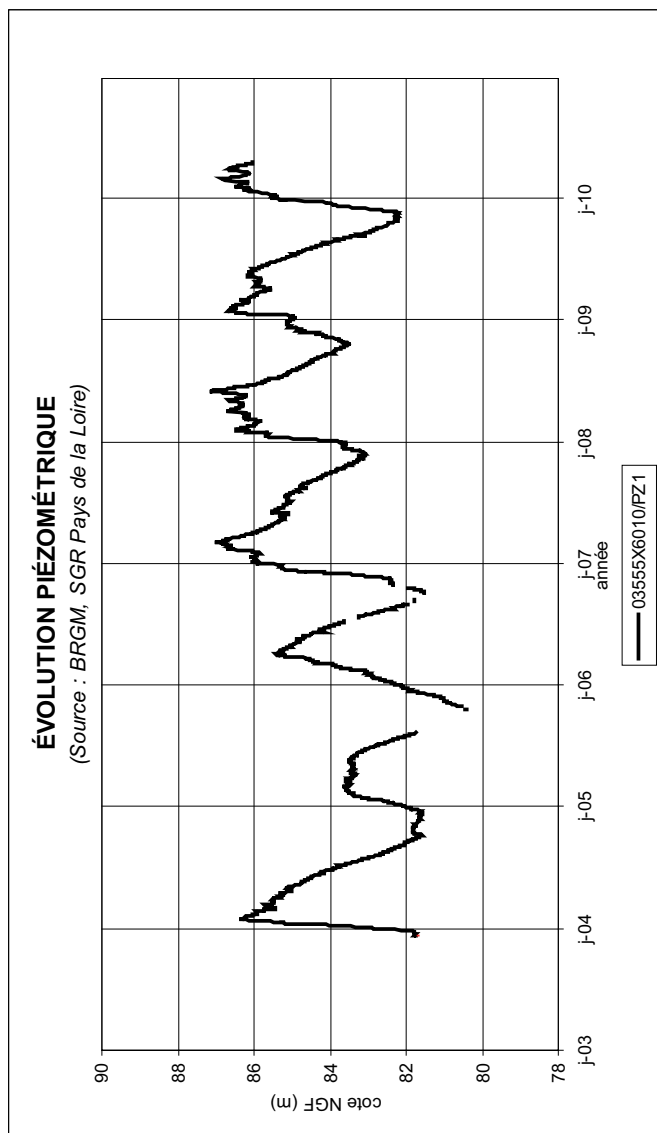


Fig.13 - Fluctuations piézométriques enregistrées depuis 2004 dans l'ouvrage 03555X6010/PZ1, implanté dans les schistes et grès briovériens (Sud de Ballots, limite nord de la feuille Craon).
Source BRGM, Pays de la Loire

dans ses orientations, un certain nombre d'actions visant à rechercher un accroissement de la production à partir des eaux souterraines⁷ :

Poursuivre les recherches en matière de ressources en eau :

- reconnaissance des bassins tertiaires non exploités ;
- reconnaissance des zones fracturées ;
- reconnaissance aux abords des captages existants ;
- inventaire des anciens travaux miniers.

Valoriser les ressources en eau souterraine connue et facilement mobilisable (galeries noyées) :

- détermination des volumes exploitables ;
- caractérisation chimique de l'eau des ressources connues mais inexploitées ;
- recherche d'usages compatibles avec la qualité moyennant des traitements adaptés ;
- favoriser le renouvellement des eaux stockées en favorisant l'infiltration des eaux de ruissellement.

Mobiliser localement de nouvelles ressources :

- réalisation de nouveaux forages exploitant des eaux souterraines naturellement dénitrifiées (appoint en dilution) ;
- exploitation de petits bassins tertiaires si l'eau est de bonne qualité (secours en cas de pénurie) ;
- exploitation d'anciennes galeries de mines ennoyées (si bonne qualité de l'eau).

Les ressources souterraines sont étroitement dépendantes des conditions annuelles de la recharge naturelle. La réserve étant beaucoup moins importante que dans les grands aquifères de type sédimentaire, une succession de cycles hydrologiques déficitaires peut parfois conduire à une réduction importante de la capacité de production des captages, notamment en période de basses eaux. La figure 13 présentée concerne un ouvrage du réseau piézométrique du département de la Mayenne géré par le BRGM (n° BSS : 03555X6010/PZ1) et implanté dans les schistes et grès briovériens au Sud de l'agglomération de Ballots en limite nord de la feuille Craon (coordonnées Lambert II étendu : x = 347,004 et y = 2 326,907). Ce graphique illustre les fluctuations piézométriques enregistrées depuis 2004. On observe :

- une évolution saisonnière, correspondant à la succession annuelle d'une phase de recharge et d'une phase de tarissement ;

⁷ SAGE du bassin de l'Oudon, Arrêté du 04/09/2003 et décision de mise en révision le 18/06/2009.

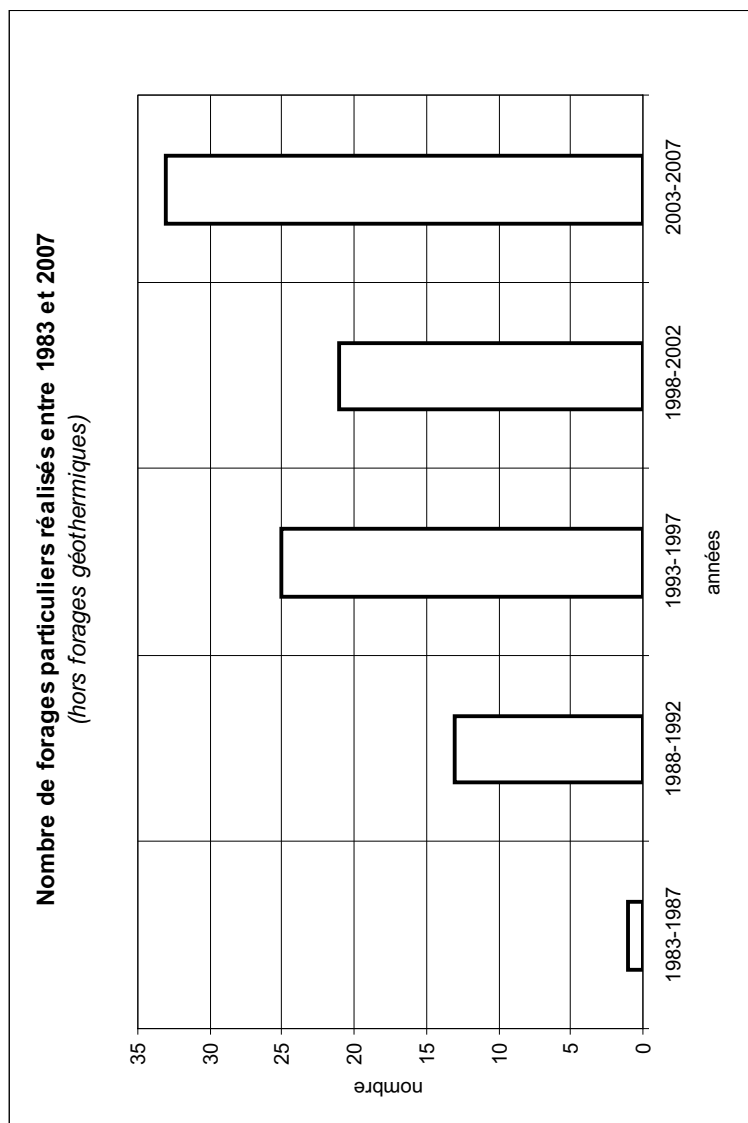


Fig. 14 - Nombre de forages particuliers réalisés entre 1983 et 2007 (hors forages géothermiques)
(d'après les données de la BSS ; BRGM)



Fig. 15 - Le chevalement de l'ardoisière de Renazé (musée de l'ardoise et de la géologie de Renazé) (photo extraite du site internet « pedagogie.ac-nantes.fr »)



Fig. 16 - Le chevalement de la mine de fer de Bois III en 1986 (photo extraite du site internet « ardoise.free.fr » de l'association « l'Ardoise »)

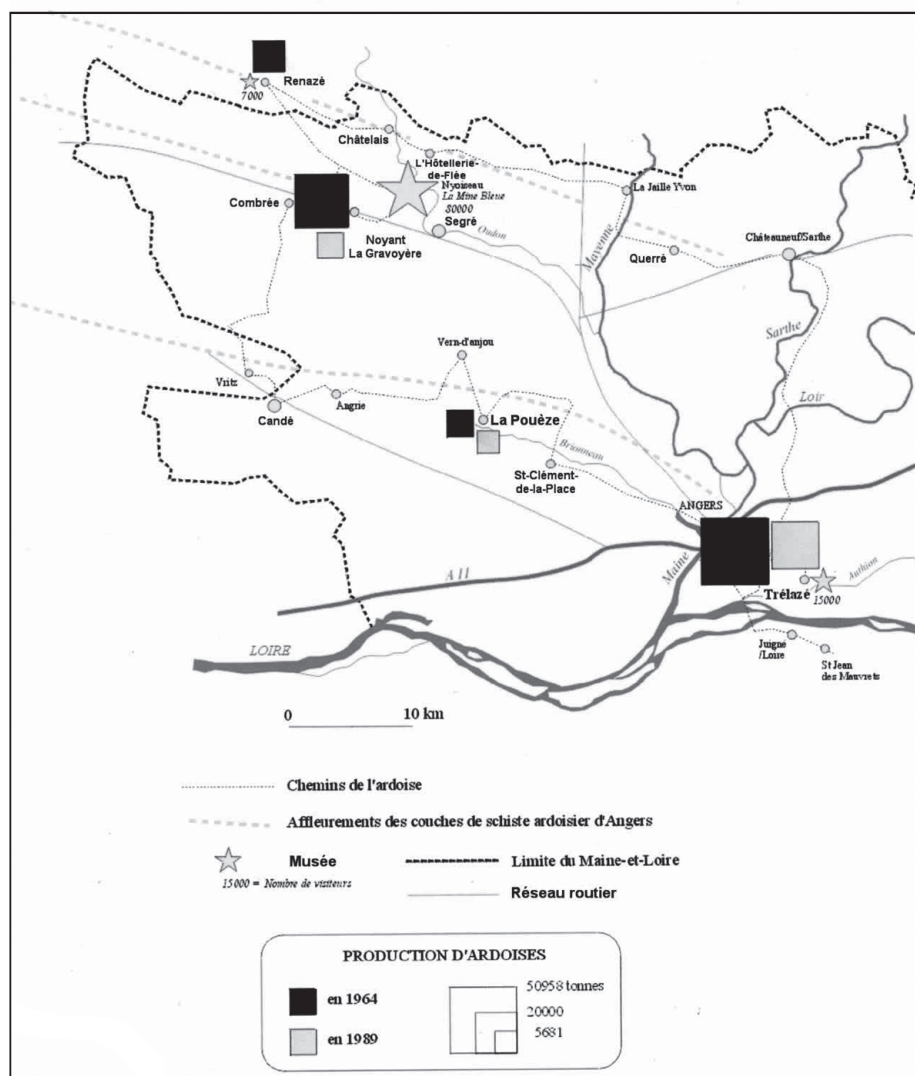


Fig. 17 - Le bassin ardoisier de l'Anjou. Sites de production et sites de patrimoine
(extrait du site internet « ardoise.free.fr » de l'association « l'Ardoise »)

- une évolution pluriannuelle marquée par une nette tendance à la remontée du niveau après le cycle hydrologique 2004-2005, déficitaire ;
- en été 2007, l'existence d'une atténuation de la pente de la courbe de tarissement, due aux très fortes précipitations qui ont été enregistrées entre juin et août 2007 et qui ont provoqué un ralentissement de la baisse du niveau.

Depuis le début des années 1990, la réalisation de forages privés (forages communément appelés à tort « artésiens ») a connu un développement important comme l'illustre la figure 14 ci-jointe : au total 107 forages privés sont identifiés dans la Banque du Sous-Sol⁸, sur le territoire de la feuille Craon.

SUBSTANCES UTILES ET CARRIÈRES

Matériaux

Le Sud de la zone d'étude a fait l'objet au niveau des matériaux de très nombreuses exploitations principalement axées sur l'extraction de schistes ardoisiers. On retiendra en particulier celles de la région de Renazé qui tiraient l'ardoise de la formation de Riadan-Renazé et celles de Noyant-la-Gravoyère qui extrayaient l'ardoise de la formation d'Angers-Traveusot. Ces deux grands centres d'extraction, en activité jusqu'au siècle dernier, ont laissé, comme les mines de fer voisines, de très nombreuses traces notamment de nombreux terrils (Renazé même, ardoisières de Misengrain, la Rivière, Saint-Aignan, Repenelais, Misengrain, etc.), des puits, des excavations (au centre de Renazé), des grattages, ou encore des chevalements (Renazé, Saint-Aignan), des wagonnets etc. qui font partie aujourd'hui de notre patrimoine industriel (fig. 15 et 16). Cette exploitation de l'ardoise a fait vivre toute une région pendant des dizaines d'années comme en témoignent les anciennes cités minières telles que celle du Repenelais à Renazé. La production globale du site de Renazé le situait au niveau régional au deuxième rang des ardoisières de l'Anjou, derrière Trélazé (fig. 17).

Schistes ardoisiers de la région de Renazé – Noyant-la-Gravoyère

Les informations présentées ci-après sur les différents sites d'exploitation sont issues de la bibliographie ainsi que de différents sites internet dont la liste est donnée dans le chapitre « Documentation complémentaire ».

⁸ Au total, 188 points sont référencés dans la BSS dont 113 forages (6 concernent l'AEP mais seuls 2 sont exploités), 45 puits, 17 sondages de recherche, 5 piézomètres, 6 forages géothermiques et 1 source.

Les ardoises de Renazé ont été exploitées dès le Moyen-Âge. Cette extraction a pris fin en 1975 pour les ardoisières de Renazé, en 1936 pour celles de Saint-Blaise à Noyant-la-Gravoyère (cf. site www.patrimoine-de-france.org).

En dehors de nombreux travaux de recherches ou d'exploitation artisanale, les principaux sites d'extraction se situaient sur les communes de Renazé, Saint-Saturnin-du-Limet, Châtellais et Noyant-la-Gravoyère.

Les méthodes d'exploitation

Les premières exploitations de schistes ardoisiers débutent dès le Moyen-Âge, de manière anarchique dans un premier temps avec des petites carrières très rudimentaires, évoluant très rapidement vers une extraction plus méthodique et organisée. À partir du XVIII^e siècle, les exploitations souterraines apparaissent et utilisent la technique dite du « puits à baisser sous voûte ». Cette méthode consiste à forer un puits jusqu'à la couche exploitable, sans décapage superficiel, et à entamer la veine latéralement de part et d'autre du puits (création de la voûte de chambre). L'extraction se poursuit par le défilage successif des bancs ardoisiers par approfondissement de la chambre. Ces travaux sont de plus en plus profonds et dépassent pour certains la centaine de mètres à la fin du XIX^e siècle.

Étant donné la dangerosité de la méthode (effondrements de terrain), ce mode d'exploitation est progressivement remplacé par la technique dite « des bancs à remonter par chambres remblayées ». Elle consiste, à partir d'un puits d'extraction, à tracer à différents niveaux un réseau de collectrices parallèles aux veines ardoisières. Des travers-bancs relient ensuite les collectrices aux veines de schistes dans lesquelles seront mises en place les chambres d'exploitation. L'ouverture des voûtes qui constitue l'ébauche des chambres est réalisée à l'explosif sur 2 à 4 m de hauteur sur toute la surface de la chambre et constitue le premier banc inférieur.

Le matériau, extrait au préalable par le puits via les galeries, permet l'abatage du banc suivant à partir de foncées verticales réalisées à la voûte de la chambre (Loislard, 2004). Les vides créés par l'extraction sont ainsi comblés par des remblais qui remplacent l'ardoise extraite et permettent de maintenir les épontes.

Les ardoisières de Saint-Saturnin-du-Limet (synclinal de Martigné-Ferchaud)

L'ardoisière de la Rivière (formation de Riadan-Renazé)

La première exploitation de l'ardoise dans cette commune débute en 1625. Cette activité prend tout son essor au cours du XIX^e siècle avec les premiers travaux vers 1850 sur le site de « la Rivière » (à 1 km au Sud-Ouest de Saint-Saturnin-du-Limet). L'exploitation se fait à ciel ouvert avec 3 découverts « ouvriers » n° 1, 2 et 3. Vers 1870, la société Rousseau et Cie poursuit et

approfondit jusqu'en 1880 l'exploitation en carrière à ciel ouvert sur le fond « ouvrier » n° 1, le fond « Chauvin » qui descendra jusqu'à 80 m, et le fond de « la Pampie » d'environ 40 m de profondeur. À partir de 1880, l'affaire est cédée à un comptoir financier qui exploite le fond « Chauvin » jusqu'en 1883 avant de le revendre à la société Duché et Cie. Celle-ci poursuit l'exploitation, ouvre le fond « Duché » jusqu'à 110 m de profondeur puis un fond à baisser sous voûte à 40 m du sol sur 82 m de profondeur. Un autre fond (n° 2) est engagé avant la cession à la société Renazé-la Rivière en 1895. L'exploitation se poursuit sur le fond à baisser, le fond n° 2 s'avérant très médiocre. En 1899, la Compagnie des Ardoisières de l'Ouest rachète la société, exploite le fond à baisser et fonce un puits jusqu'à 221 m de profondeur avec l'ouverture de 5 chambres. En 1906, la Commission des Ardoisières d'Angers rachète la société précédente. La production est arrêtée pendant 5 ans avant de reprendre en 1911 (remise en service du puits n° 1, approfondissement de l'ancien puits « du Buisson » jusqu'à 130 m) pour s'arrêter définitivement en 1970. L'extension de la zone de production débordera à l'Est comme à l'Ouest sur les communes de Renazé et de Congrier.

Les ardoisières de « la Rivière » occupaient, en 1899, 250 ouvriers travaillant 11 h/jour pour une production annuelle de 18 millions de tonnes d'ardoises.

La Besnardière (à 1 km au Sud de Saint-Martin-du-Limet ; formation de Riadan-Renazé)

Outre les travaux de recherches menés à l'Ouest sur la commune de Congrier (feuille Châteaubriant), quelques prospections ont été réalisées à l'Est sur le site de la Besnardière afin de reconnaître les possibilités d'extension du site de la Rivière. Ces travaux ont consisté en la réalisation à partir d'un puits unique de plusieurs travers-bancs et galeries vers 57 m de profondeur.

Les ardoisières de Renazé (synclinal de Martigné-Ferchaud)

Les ardoisières de Renazé ont été exploitées depuis au moins le XVI^e siècle. Les travaux miniers d'abord à ciel ouvert puis en carrières souterraines se situent principalement au Nord du bourg de Renazé et s'alignent sur près de 2 km de long pour une centaine de mètres de large parallèlement à la vallée du Chéran. Le puits le plus profond atteignait 305 m. Ces ardoisières ont été fermées en 1976.

La formation de Riadan-Renazé située ici sur le flanc sud du synclinal de Martigné-Ferchaud est orientée N110 °E avec un pendage de près de 80 °N. Seuls les faciès les plus fins à caractère ardoisier y ont été exploités. Sur ce secteur, la seule veine exploitable vu l'hétérogénéité de la formation atteignait une trentaine de mètres de puissance, se réduisant à une vingtaine de mètres à 250 m de profondeur et à 4-5 m à la cote -305 m. L'exploitation se faisait par la méthode dite des « tranches montantes remblayées ». La principale société ayant

exploité ces ardoises est la Société des Ardoisières de l'Anjou (SAA) constituée en 1894 et ayant acquis en 1895 l'Ardoisière de l'Aubinière et en 1896 celles de la Touche et du Fresne. Cette société exploitera ce site jusqu'à sa fermeture fin décembre 1975 (arrêt de l'exhaure fin mars 1976).

Le site de Renazé fût longtemps le second producteur d'ardoises de l'Ouest, derrière Trélazé, avec jusqu'à 100 millions de tonnes d'ardoise produites annuellement. Cette activité très importante pour l'économie locale employait jusqu'à 569 personnes en 1914 (400 en 1947).

La Besnardière (formation de Riadan-Renazé)

Ce site situé à moins d'1 km au Nord-Ouest de Renazé, entre la ferme de la Renouillère et la rivière du Chéran, a fait l'objet de travaux en 1924-25 avec creusement d'un puits de recherche et de 500 à 600 m de galeries. Les résultats décevants conduisirent à l'abandon de ce secteur.

Malagué – Saint-Aignan (formation de Riadan-Renazé)

Il correspond à une ancienne exploitation à ciel ouvert dans le prolongement ouest des galeries de Saint-Aignan, non remblayé et occupé actuellement par un étang bordé par un terрил.

Malagué (350 m à l'Ouest de Renazé) (formation de Riadan-Renazé)

Ce site correspond à une ancienne exploitation souterraine conduite à partir d'un puits réalisé à une centaine de mètres des maisons situées sur le côté nord de la D 110. Le puits a été foncé jusqu'à - 213 m (1922) avec deux travers-bancs aux cotes - 103 m et - 209 m.

Renazé centre

Ce secteur situé au Nord du bourg à mi-distance de la D 110 et du Chéran, a été de loin le plus exploité. Il se subdivise en 4 quartiers, respectivement d'Ouest en Est :

- le quartier de Saint-Aignant ;
- le quartier de Laubinière ;
- le quartier de la Touche ;
- le quartier de Longchamp.

Le quartier de Saint-Aignan s'étend entre le découvert de Malagué à l'Ouest et la RN 171 à l'Est sur 650 m de long. Deux puits y ont été réalisés, le puits 1 entre 1920 et 1922, jusqu'à 213 m avec un chevalement en bois, le puits 2 de 230 m (puits boisé de section 4 x 7 m ; 1922-25) avec un chevalement métallique (encore présent et à voir). Deux niveaux ardoisiers ont été exploités, entre les cotes - 80 m et - 110 m pour le premier (Saint-Aignan 1), et en remontant à partir de la cote - 220 m pour le second (Saint-Aignan 2). Plusieurs

galeries de reconnaissance ont été foncées au cours de l'exploitation notamment sous la RN 171 à - 220 m. L'exploitation de ces couches a pris fin en 1939 pour la couche 1, en 1959 à la cote de - 150 m pour la seconde.

Le quartier de Laubinière (entre la RN 171 à l'Ouest et le quartier de la Touche à l'Est) est probablement le plus ancien. L'extraction y a démarré en carrières à ciel ouvert descendant en moyenne jusqu'à 60-70 m, voire 120 m plus à l'Est. Ces découverts sont aujourd'hui remblayés sauf le grand découvert de la Touche. La seconde phase d'exploitation a été réalisée en souterrain, jusqu'en 1933 par l'intermédiaire de 4 puits jusqu'à une profondeur moyenne de 130 m (localement 165 m). Après une interruption en 1933, l'exploitation reprend en 1946 avec la remise en service du puits de l'Aubinière, après deux années de pompage pour dénoyer le site, sous le niveau - 160 m. Un nouveau quartier est ouvert en 1950 à la cote - 255 m et exploité en remontant. Ce quartier a été le dernier exploité sur Renazé, jusqu'en décembre 1975.

Le quartier de la Touche (entre celui de Laubinière à l'Ouest et celui de Longchamp à l'Est) a été initialement exploité à ciel ouvert, avec notamment un découvert descendant jusqu'à la profondeur de **168 m**. Ces carrières sont aujourd'hui noyées ou remblayées. L'exploitation souterraine a été réalisée à partir du puits dit n° 5 puis par celui de Saint-Aignan 2. En 1950, le fonçage d'un puits intérieur (« bure ») entre les niveaux - 102 m et - 255 m est réalisé pour faciliter les communications avec le puits de Longchamp 3 qui sera utilisé pour remonter l'ardoise. L'exploitation des chambres situées de part et d'autre du bure se poursuit jusqu'en juillet 1975, date de sa fermeture.

Le quartier de Lonchamp (à l'Est de la Touche) a été anciennement exploité à ciel ouvert (40 à 60 m, jusqu'à 110 m). L'extraction souterraine a été réalisée à partir de 3 puits :

- le puits Lonchamp n° 1 permettant d'exploiter la couche entre - 59 m et - 81 m ;
- le puits Longchamp n° 2 d'une profondeur de 180 m avec exploitation d'une quinzaine de chambres en remontant ;
- le puits Longchamp n° 3 creusé à partir de 1939 jusqu'à la cote - 305 m, de 4,80 m x 4,30 m de section libre, à chevalement métallique. Mis en service en 1943, il permet d'exploiter deux niveaux ardoisiers aux cotes - 305 m (9 chambres) et - 255 m (3 chambres) en remontant avec remblayage à l'avancement jusqu'à la cote - 220 m. L'exploitation prend fin en 1969.

Le chevalement et le puits Longchamp n° 3 sont maintenant intégrés dans le musée de l'Ardoise de Renazé.

Autres travaux miniers sur Renazé

Des travaux miniers de faible ampleur ont également été réalisés dans la partie est de la commune de Renazé. Parmi ceux-ci :

La Martinière (formation d'Angers-Traveusot)

Ce quartier est situé à 300 m au Sud de la D 110 au Nord de la ferme de la Martinière. On y exploita de 1866 à 1877 les schistes ardoisiers à ciel ouvert jusqu'à 10 m de profondeur. La Société des Ardoisières de la Martinière créée en 1878 y réalisa un approfondissement de 2 m et fonda une dizaine de puits (19 m au maximum) et deux galeries. Le découvert encore visible est maintenant noyé.

La Menottière (formation de Riadan-Renazé)

Ce site est situé dans le prolongement des travaux de Longchamp à environ 200 m au Nord de la D 608. Un puits de recherche y a été réalisé en 1941-42 à une profondeur de 59 m, ainsi qu'une série de galeries. Les travaux de recherche ont été abandonnés en 1947. Un terril y est encore visible.

La Grande Métairie (formation de Riadan-Renazé)

Situé à 350 m à l'Est de la Menottière, ce site fit l'objet de recherches par l'Union des Ardoisières de Renazé entre 1907 et 1912. Deux puits de 20 m chacun ont été creusés près de la ferme de la Grande-Métairie, le puits de la Chapelle à une centaine de mètres au Sud de la ferme avec des travers-bancs, le puits des Marions à 130 m au Nord, également accompagné de travers bancs (80 à 250 m de long). Les schistes ont également été exploités à ciel ouvert à proximité, de 1907 à 1912 (« le découvert des Marions ») jusqu'à 17 m de profondeur. Le site est maintenant noyé (étang) signalé par un terril relativement important.

L'Espérance (formation de Riadan-Renazé)

Situé à environ 500 m au Nord de la Menottière, en bordure sud de la D 608, ce site a fait l'objet d'importantes recherches par la Société des Ardoisières de l'Espérance entre 1897 et 1907. Deux puits y ont été fonçés, l'un à 42 m de profondeur, abandonné, le suivant à 75 m puis 160 m, permettant d'exploiter quatre chambres en remontant à partir de la cote - 160 m. Un travers-banc tracé vers le Nord à partir de ce puits à la cote - 155 m, passant sous la route jusqu'à la ferme de la Clavurière (?) a permis d'exploiter quatre chambres supplémentaires. L'Union des Ardoisières de Renazé reprend l'exploitation en 1907, suite à la faillite des ardoisières de l'Espérance, et réalise sur cette zone un peu plus au Nord un nouveau puits (« puits Georges ») avec des galeries et chambres à - 73 m et - 131 m. Des terrils importants signalent l'emplacement de ces anciens travaux.



Fig. 18 - Carrière d'ardoise de l'Hermitage - la Saulaie en 1890 (extrait du site internet « ardoise.free.fr » de l'association « l'Ardoise » ; source ADA, repro. Ph. Cayla)

La Blanchuère (formation de Riadan-Renazé)

Ce site est situé à 250 m à l'Ouest de l'ancienne cité minière de la Repenelais, à 100 m au Sud de la D 608. Un puits de 14 m de profondeur y a été creusé en 1905 avec une petite galerie de 8 m de long vers l'Ouest et 2 travers-bancs de 15 m au Nord et 18 m au Sud. Le site a été exploité à proximité en carrière à ciel ouvert à partir de 1906 jusqu'à 44 m de profondeur. Arrêt définitif de l'exploitation en 1914 suite à un éboulement.

Les Saulaies (formation de Riadan-Renazé)

Situé à une centaine de mètres au Sud de l'ancienne cité minière de la Repenelais, ce site n'a fait l'objet que de quelques travaux de recherches en 1906 avec le fonçage d'un puits de 57 m de profondeur et d'un travers-banc de 170 m de long.

La Repenelais (formation de Riadan-Renazé)

Situé entre la ferme de la Grande-Repenelais et le cours du Chéran, ce site a été exploité à ciel ouvert jusqu'à 40 m de profondeur, de 1850 à 1880 puis de 1899 à 1904 (« carrière Doisneau »). Un autre découvert, « la Gauterie », est exploité à proximité. Un puits sera creusé en 1905 (Repenelais 1) jusqu'à 119 m avec un travers-banc au niveau - 116 m mais sans donner lieu à exploitation. En 1914, la carrière Doisneau est dénoyée et l'exploitation reprend de 1917 à 1919. Une autre carrière est ouverte à proximité (découverte de la Repenelais) jusqu'à une soixantaine de mètres de profondeur. Sept chambres seront exploitées entre 1919 et 1921 puis 1925 et 1929 à partir du fond de cette carrière, en remontant ou en descendant. En 1928, une seconde carrière est ouverte au Nord, sur la Deurie jusqu'à 20 m de profondeur. L'exploitation s'arrête définitivement en 1930 suite à un éboulement. Des terrils très importants y sont encore visibles.

La figure 18 illustre l'importance de ces exploitations à ciel ouvert dans le paysage local à la fin du XIX^e siècle.

Le musée de l'ardoise et de la géologie de Renazé

Ce musée a été conçu par les anciens mineurs de Renazé lesquels ont reconstitué un site d'exploitation autour d'un puits d'extraction et d'un grand chevalement. Les différentes étapes de l'exploitation minière y sont exposées depuis le travail du mineur de fond jusqu'au fendeur d'ardoise en surface (avec démonstration). Une présentation sur posters de l'histoire géologique nationale à locale y est proposée par le BRGM. Pour toute information complémentaire, s'adresser à la mairie de Renazé, ou auprès de E. Noël, responsable de l'Association des « Perreyeurs Mayennais » (ouvriers travaillant dans les ardoisières).

Les ardoisières de L'Hôtellerie-de-Flée (synclinal de Martigné-Ferchaud)

L'ardoisière Aura (formation d'Angers-Traveusot)

Cette ardoisière est située à environ 800 m au Nord de L'Hôtellerie-de-Flée au niveau de la ferme de la Tirande. Cette exploitation à ciel ouvert a été ouverte en 1921 par les ouvriers de la CGT. Le site ne fonctionnera que 3 ans.

Les ardoisières de Châtelais (synclinal de Martigné-Ferchaud)

La Grande-Besnardière (formation d'Angers-Traveusot).

Les informations dont l'on dispose sont limitées. Le site exploité se situait au Nord du Châtelais en rive gauche de l'Oudon sous la ferme de la Grande-Besnardière. Les traces des anciens travaux sont encore visibles de part et d'autre de la D 81 (carrière noyée et importants terrils). La couche ardoisière fût exploitée sur environ 1 km de long depuis la rive droite de l'Oudon à environ 750 m au Sud du château de Saint-Julien jusqu'au petit bois à l'Est situé en rive droite de l'Oudon en limite de L'Hôtellerie de Flée (au Nord de la ferme de la Crocherie). Les premières exploitations en carrière, datées d'avant 1742, seront reprises en 1767. L'exploitation passera au milieu du XIX^e siècle entre les mains d'une société anglaise pour s'arrêter en 1870. Par la suite, les terrains seront loués en 1880 par la société de la Grand'Maison qui fusionnera avec la société anonyme des Houillères et Mines mais sans qu'aucune exploitation ne soit engagée.

Les travaux réalisés antérieurement ont dû être très importants comme l'indiquent les importants terrils visibles dans le bois de la Crocherie.

Les ardoisières de Noyant-la-Gravoyère (synclinal de Segré)

Saint-Blaise ou la Gâtelière (formation d'Angers-Traveusot)

Une partie des informations sont extraites du site internet <http://ardoise.free.fr>.

L'ancienne ardoisière de Saint-Blaise est localisée à environ 1 km au Nord de Noyant-la-Gravoyère en rive gauche du ruisseau de Misengrain, sous le village de la Gâtelière. La couche orientée WNW-ESE sera exploitée sur près de 700 m de long entre 1916 et 1939, à une profondeur située entre les cotes - 126 m et - 116 m. Cette exploitation se situe dans le prolongement de celles de Bel-Air-sur-Combrée (appartenant aux Ardoisières d'Angers) et de Misengrain sur Noyant-la-Gravoyère (appartenant aux Ardoisières de l'Anjou). L'exploitation démarre en 1916 avec la création de la Société Anonyme des Ardoisières Angevines de Saint-Blaise. Deux plans inclinés à 37° sont foncés entre 1919 et 1921 sur 210 m de long, à 50 m l'un de l'autre. Après un début difficile en contexte faillé, les travaux sont déplacés dans le compartiment ouest où les mineurs retrouvent une ardoise de qualité. Ce quartier dit « intermédiaire » sera

exploité jusqu'à la fermeture du site. Il se visite maintenant dans le cadre du musée de « la Mine bleue ».

L'extraction a été réalisée par la méthode « à remonter en gradins renversés dans la voûte », avec pas moins de 26 chambres. La méthode du sciage au fil a été utilisée dès les années 1930, permettant de rentabiliser l'extraction.

Ce site produira jusqu'à 7 487 tonnes d'ardoise en 1935, employant près de 250 personnes. La majeure partie de sa production était destinée à la Grande-Bretagne. Bien que bénéficiaire, l'exploitation de ce site s'arrête en 1936 suite à la faillite de son principal actionnaire la banque « Bougère Fils et Pousset ». La Commission des Ardoisières d'Angers rachète le site en 1938 et le démantelle. Après un premier dénoyage en 1959, le site est repris en 1989, sous l'impulsion de la municipalité de Noyant-la-Gravoyère et sous la houlette de R. Époque, ancien directeur de l'exploitation voisine de Misengrain. Il est dénoyé, nettoyé, curé et mis en sécurité et deviendra en 1991 le musée de « la Mine bleue » célèbre dans toute la région (site internet: www.laminebleue.com).

Le musée de « la Mine Bleue » de Noyant-la-Gravoyère

Ce musée réouvert en 2007 sur l'ancien site d'extraction de la Gâtelière permet, après une descente à 130 m de profondeur en funiculaire, de visiter en train de mine les anciennes chambres d'extraction de l'ardoise et de s'initier aux différentes méthodes d'exploitation. Une démonstration est faite en surface sur la taille des ardoises par des anciens fendeurs. Pour toute information complémentaire, se renseigner auprès de la mairie de Noyant-la-Gravoyère ou sur le site internet de « la Mine bleue ».

Misengrain (formation d'Angers-Traveusot)

Les données fournies dans ce paragraphe sont en partie issues du site internet de la commune de Noyant-la-Gravoyère (www.noyantlagravoyere.fr) et du site du Service Régional de l'Inventaire « Pays de la Loire ».

L'ardoisière de Misengrain est située dans le prolongement ouest de celui de la Gâtelière (« la Mine bleue ») et appartenait dans les années 1100 à l'Abbaye de Noyseau. L'exploitation portait sur 8 hectares de schistes ardoisiers et se faisait uniquement en surface de façon très artisanale.

La première société fût fondée en 1833, employant une centaine de personnes mais ferma en 1860. Après une reprise en 1865 (par une société anglaise) puis une nouvelle fermeture en 1871, elle redémarre en 1875 (Société de l'Ouest). En 1896, les ardoisières d'Angers rachètent le site et créent la société des Ardoisières du Haut-Anjou. Elle est alors en pleine activité et s'étend sur 150 m de long, 50 m de large pour une profondeur de près de 55 m. Les travaux

souterrains démarrent au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle par la méthode « à descendre sous voûte ». Le 15 novembre 1888 a lieu à Misengrain le plus important accident du bassin de l'Anjou, suite à l'effondrement de la base du puits et d'une partie de la voûte (18 morts). Les ardoisières du Haut-Anjou passent progressivement à la fin du XIX^e siècle à la méthode « à monter par gradin renversé ». L'exploitation par puits, chambres, galeries profondes, avec des chantiers de sciage au fil, et d'abattage à « la mitrailleuse » (bancs de 6 m) (années 1960-70) va durer jusqu'en juin 1986, date de son dépôt de bilan. La société sera reprise et remise en service par les « Ardoisières d'Angers » jusqu'en 1999, date de sa fermeture définitive.

Cette ardoisière qui a occupé entre 400 et 600 personnes, voire 800 certaines années, et produit jusqu'à 11 000 tonnes d'ardoises fabriquées (1983) représentait alors l'activité économique la plus importante de Noyant-la-Gravoyère.

Les ardoisières de Combrée (synclinal de Segré)

Bel-Air (formation d'Angers-Traveusot)

Les ardoisières de Bel-Air sont situées dans le prolongement ouest de celles de Misengrain, en rive droite du ruisseau de Misengrain. Les premières carrières à ciel ouvert furent ouvertes entre 1840 et 1880 sur les sites de Saint-Joseph et de Sainte-Marie. Elles furent reprises dès 1876 par la Société des Ardoisières de la Forêt. En 1896, la Commission des Ardoisières d'Angers s'implante à Bel-Air pour concurrencer l'exploitation de Misengrain appartenant à la Société Ardoisière de l'Anjou. Elle rachète la partie exploitée par la Société des Ardoisières de la Forêt après la faillite de cette dernière en 1908. L'exploitation souterraine débute vers 1880. Le fonçage du puits 1 à 195 m est réalisé en 1896, du puits 2 à 160 m en 1906 et du puits 3 à 106 m en 1942. Le site est abandonné en 1982.

Ces différentes exploitations ardoisières présentées ci-dessus ont joué un rôle très important dans l'activité économique locale et ont été accompagnées de la mise en place de nombreuses citées ouvrières telles que celles de Bel-Air-de-Combrée, de Repenelais ou de Bois-Long.

Autres matériaux

En dehors de ces ardoisières, les extractions de matériaux sont limitées sur cette zone. Elles sont anciennes, à caractère artisanale, et portent essentiellement sur le Grès armoricain et les grès siluriens, et sur les sables et graviers du « Tertiaire » avec quelques petites carrières aujourd'hui en grande partie rebouchées.

Il existe cependant actuellement (2010) deux grandes exploitations, déjà signalées dans la partie « description des terrains » :

- la sablière de Bel-Air au Nord sur la D 22 entre Bazouges et Laigné (groupe Lafarge) qui exploite les sables et graviers du « Cénomano-Tertiaire » ;
- la sablière Savary sur la commune de Nyoiseau (groupe Pigeon) qui opère dans les sables, graviers et galets des terrasses alluviales de l'Oudon.

Gisements minéraux

Les principales ressources en métaux ou minéraux industriels connues sur cette région concernent essentiellement :

- le fer qui fera vivre toute une région pendant plus de 70 ans ;
- l'or qui fût anciennement recherché dans toute cette zone et dont les traces d'exploitation sont encore visibles dans le paysage.

Les mines de fer du Segréen

Outre l'extraction de l'ardoise, l'une des grandes activités de la région fût l'exploitation du minerai de fer. De nombreux auteurs se sont intéressés à ces minéralisations notamment L. Davy (1911), L. Puzenat (1939), M. Bergère (1997), J.J. Chauvel (1968, 1974).

La minéralisation est localisée dans le membre inférieur du Grès armoricain (O₂Gi) sous la forme de 4 couches principales, notées A, B, C et D (*cf.* description des terrains). Le minerai est composé de magnétite, accompagnée d'une forte proportion de silice et de phosphore, le rendant plus difficile à traiter que la « minette » de Lorraine. Les premières traces d'exploitation connues dans la région datent de l'époque médiévale (voire de l'Antiquité ?) et se matérialisent par la présence d'anciennes ferrières ou « fosses », de quelques mètres de profondeur visibles ici dans la forêt d'Ombree. Ces exploitations étaient gérées par les moines. L'un des plus beaux vestiges de cette activité ancestrale est le château des Forges (ruines en cours d'études) visible sur Noyant-la-Gravoyère.

L'exploitation industrielle du fer du Segréen démarre dans les années 1870, suite à la perte des mines de fer d'Alsace-Lorraine (guerre franco-prussienne).

Quatre concessions seront accordées entre 1874 et 1875 sur la zone de Segré :

- la concession de l'Oudon-Maingué située sur la carte géologique à 1/50 000 de Segré ;
- la concession des Aulnaies sur la commune de Nyoiseau ;
- la concession de la Ferrière-Charmont ;
- la concession du Bois.

Ces quatre concessions seront exploitées par la Société des Mines de Fer de Segré (groupe Denain-Anzin). Le minerai est à cette époque traité aux forges de Trignac puis dans les hauts fourneaux du Nord de la France.

La concession des Aulnaies (834 ha)

Elle est située en rive gauche du ruisseau de Misengrain à environ 800 m au Sud de Nyoiseau au lieu-dit « les Aulnaies ». Elle fût attribuée en 1875. L'exploitation démarra par le traçage en amont de l'étang de la Bondrairie d'un travers-banc en flanc de coteau, plongeant à environ - 200 m. Un chevalement fût installé sur le site des Aulnaies, permettant d'exploiter par puits et galeries la couche minéralisée. Le site des Aulnaies fût relié après 1935 à celui de Bois par un travers-banc. L'exploitation prit fin en 1985.

La concession de la Ferrière-Charmont (989 ha)

Cette concession est située sur le site de Charmont (commune de Nyoiseau) dont elle tire son nom, à environ 1,8 km au Sud de l'Hôtellerie-de-Flée, en rive gauche de l'Oudon (route Nyoiseau – L'Hôtellerie-de-Flée). Dépendante de la concession de la Ferrière instituée en 1845, la mine de Charmont fût mise en exploitation entre 1908 et 1914. Le site sera ensuite abandonné en raison d'un jeu de failles très important décalant les panneaux minéralisés, de la dureté du minerai et d'importantes venues d'eau. Le puits d'extraction descendait à 90 m de profondeur pour un diamètre de 3,75 m.

190 000 tonnes de minerai ont été extraites au cours de la période d'exploitation, emmenées par transporteur aérien jusqu'à la gare de La Ferrière-de-Flée.

La concession du Bois (Bois I, II et III ; 1 657 ha)

La concession du Bois, située à cheval sur les communes de Noyant-la-Gravoyère et de Nyoiseau fût accordée le 21 octobre 1874.

Trois sites y furent exploités :

- le site de Bois I situé à 1,2 km au Nord-Est de Noyant-la-Gravoyère à proximité de la ferme du Bois ;
- les sites de Bois II et III situés à 2 km à l'Est de Noyant, à cheval sur les communes de Noyant et de Nyoiseau, près des anciennes fermes de la Chartrie et de la Dingeaie.

Bois I

Il fût le premier site exploité avec le creusement d'une galerie à flanc de coteau en rive sud du ruisseau de Misengrain. Ce travers-banc, destiné initialement à la recherche, fût utilisé jusque vers 1911 pour l'extraction du

minerais. Le premier puits « Bois I » fut foncé en 1911 jusqu'à 80 m de profondeur alors qu'il était prévu descendre à 200 m.

Bois II

Le site fût reconnu en profondeur à partir des années 1880, mais les premiers travaux d'exploitation menés par la Société des Mines de Fer de Segré ne commencèrent qu'au début du XX^e siècle. Le premier puits d'exploitation fût foncé en 1916 à - 200 m de profondeur. Il sera suivi en 1956 d'un approfondissement du puits jusqu'à - 400 m puis - 600 m, avec un chevalement culminant à 57 m. La mine de Bois II fermera en 1985.

Bois III

Le puits de Bois III sera réalisé en 1935 en face de Bois II jusqu'à 400 m de profondeur. Il sera accompagné d'un chevalement métallique de 42 m de hauteur construit en 1932.

Bois I, II et III ont été exploités par puits d'extraction, travers-bancs, galeries collectrices, et chambres d'extraction. Près de 200 km de galeries ont été tracés sur la zone de Bois II et III, qui employait près de 900 mineurs en 1928, 300 en 1945.

2 000 tonnes de minerais étaient extraites par jour (304 700 t de minerais en 1929). La mine, ouverte en 1912, a fermé définitivement en 1985 après avoir livré au total près de **18 millions de tonnes de minerai de fer**.

Des deux puits Bois 2 et 3, il ne reste plus que le chevalement modernisé en 1963 de Bois II (tour en béton) avec quelques restes des bâtiments de traitement du minerai, de bâtiments annexes, et le chevalement de Bois III, le plus haut chevalement métallique du Maine-et-Loire.

Toutes ces zones minéralisées sont accompagnées de traces d'anciennes forges très caractéristiques avec des sols très noirs et de nombreux résidus de fonte (Fe sur la carte). Des informations plus précises sur ces gîtes ferrifères sont disponibles dans les archives de la division minière du BRGM à Nantes et les archives départementales du Maine-et-Loire.

L'or du Craonnais

Le sous-sol du Craonnais est reconnu depuis des siècles pour renfermer de l'or. Ce métal a été très tôt recherché dans la toute région probablement dès l'âge de fer et durant toute l'antiquité, en particulier à l'époque gallo-romaine. Il était recherché soit à l'état alluvionnaire en placer (poussières, paillettes, pépites), soit à l'état primaire en roche, associé à des structures quartzeuses. Si aucun placer n'est connu sur cette zone, les traces des



Fig. 19 - L'or dans les alluvions du Massif armoricain (in J. Guigues et P. Devismes, 1969)

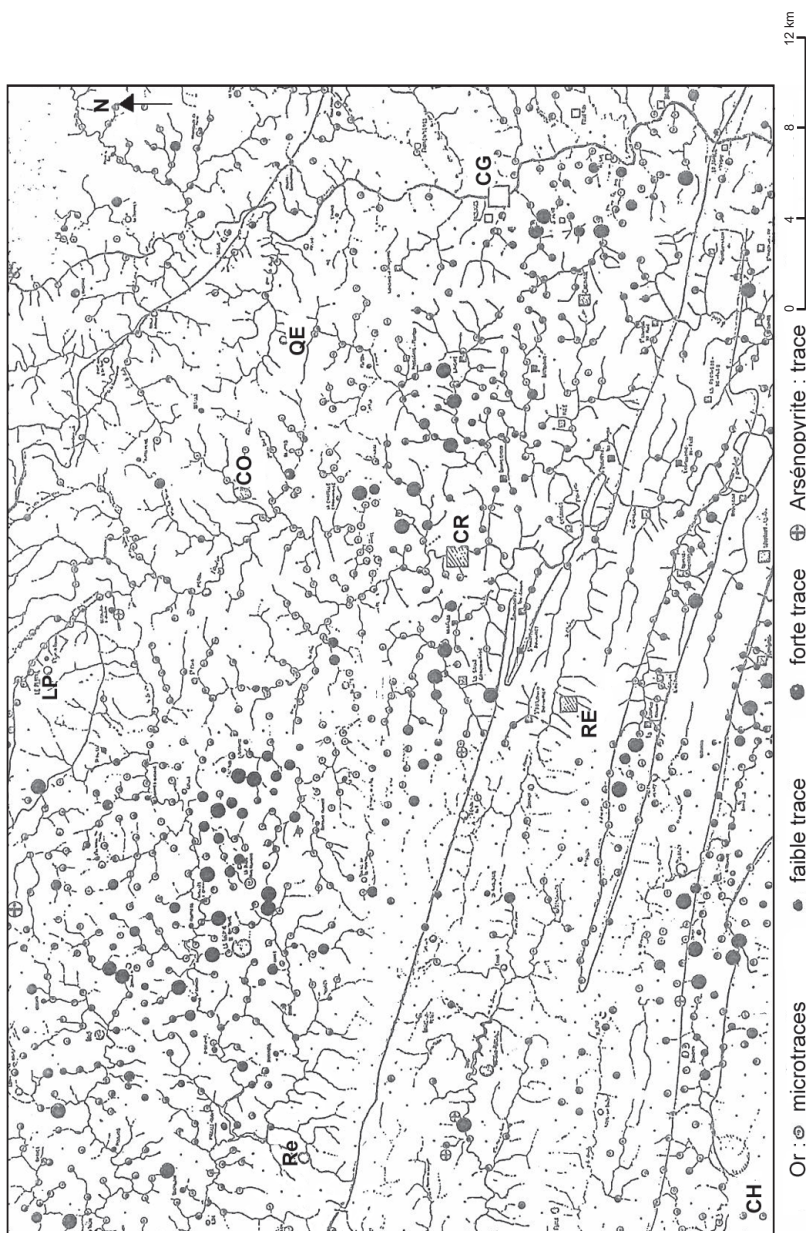


Fig. 20 - L'or alluvionnaire dans la région de Cossé-le-Vivien, Château-Gontier, Craon (d'après l'atlas des minéraux d'alluvions du Massif armoricain à 1/50 000, BRGM, Nantes) **CG** : Château-Gontier ; **CR** : Craon ; **LP** : Le Pertre ; **Re** : Rethiers ; **CO** : Cossé-le-Vivien ; **CH** : Châteaubriant ; **RE** : Renazé ; **QE** : Quelaines

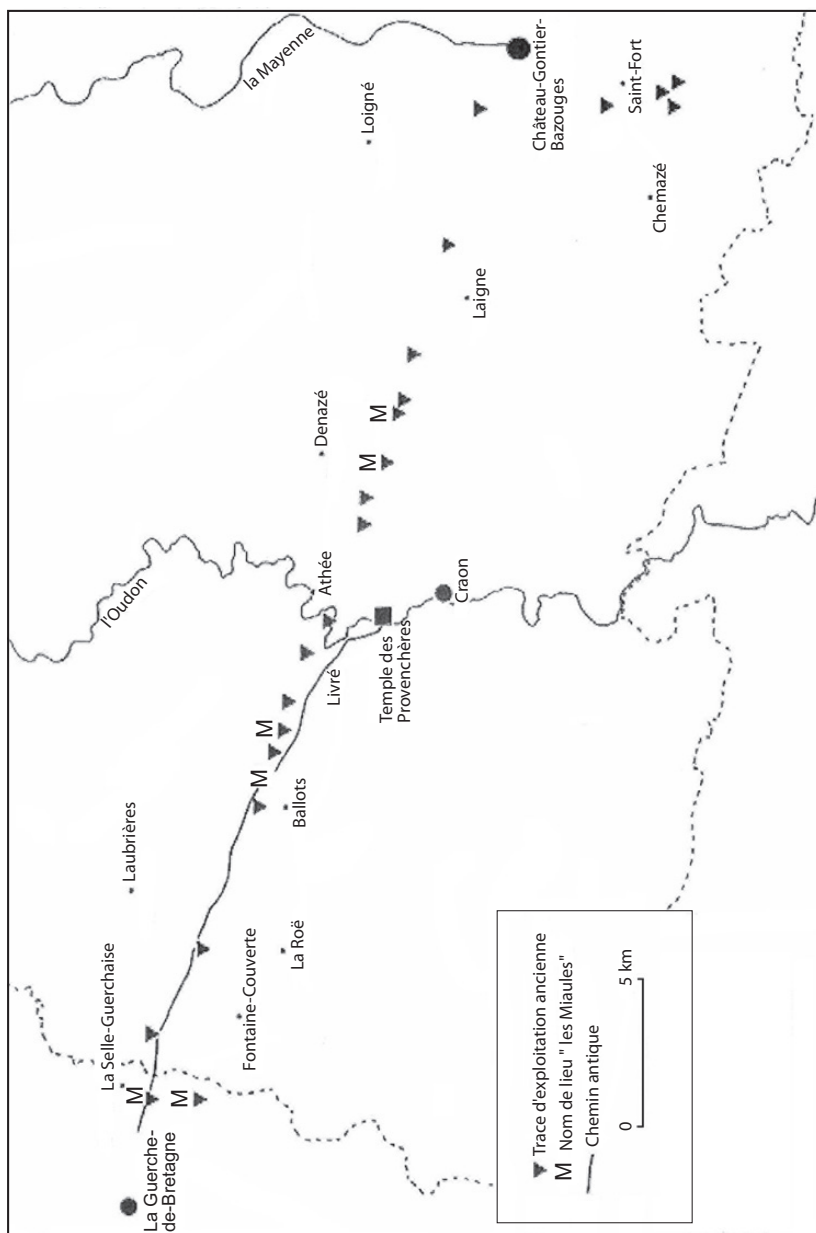


Fig. 21 - L'exploitation de l'or dans le Craonnais. L'axe aurifère des Miaules (Meuret, 1993)

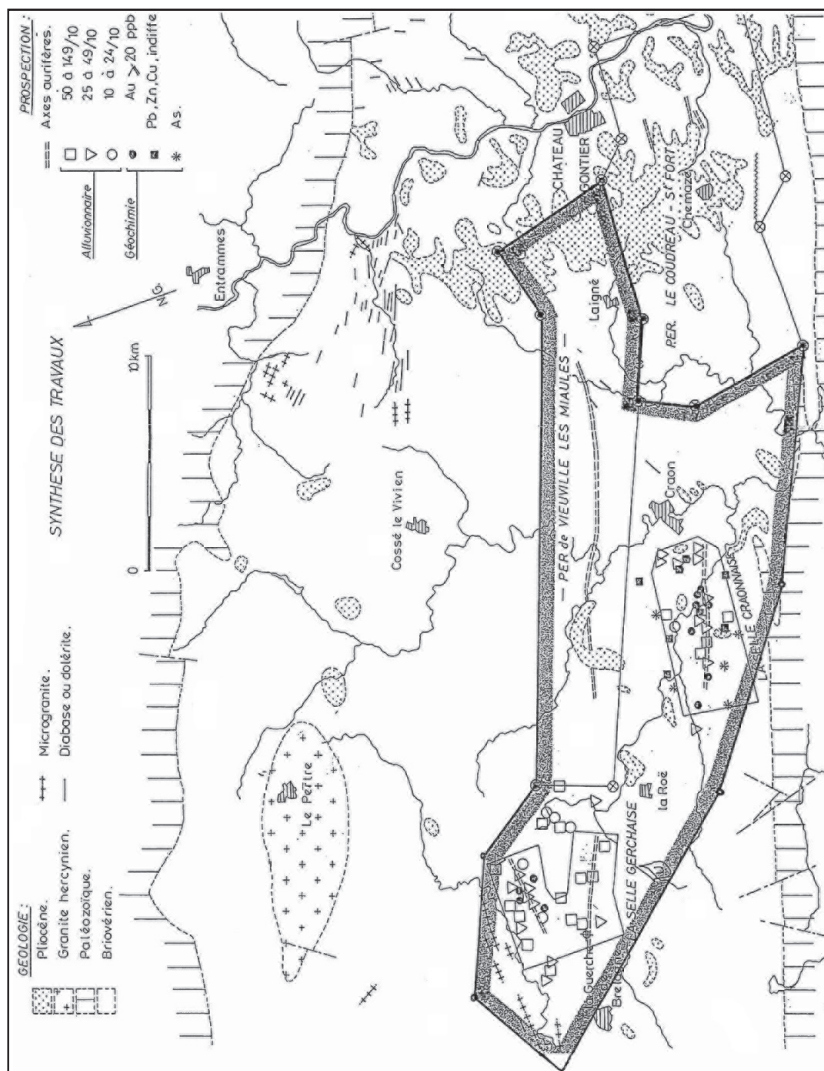


Fig. 22 - Le district aurifère de Château-Gontier (prospects de La Selle-Guerchaise, de La Selle-Craonnaise et de Châtelain. PER de Vieuville-les-Miaules ; in Vasquez-Lopez et al., 1985)

anciennes explorations et exploitations gallo-romaines visibles encore sur le terrain montrent que ce métal à l'état primaire fût intensément recherché.

L'or alluvionnaire

Les résultats des prospections alluvionnaires réalisées dans le Massif armoricain dans les années 1960-70 (Guigues *et al.*, 1969 ; Sagon *et al.*, 1985) (fig. 19 et 20) confirment sur cette zone de Craon l'existence d'une minéralisation aurifère alluviale telle que celle décrite plus au Nord (feuille de Cossé-le-Vivien). L'or est en traces faibles à fortes et étroitement lié aux terrains du Néoprotérozoïque supérieur. Il est par contre quasiment absent dans les terrains paléozoïques. Cette constatation n'est pas nouvelle, bien connue pour l'ensemble des terrains d'âge briovérien, ici comme au Nord dans le domaine mancennien. Toutefois, si ce potentiel aurifère existe, l'or en roche est probablement à l'état atomique et ces indices alluviaux ne sont que le signe d'une altération et du lessivage de la roche ayant conduit à une libération progressive de cet or. Celui-ci est transporté et va s'amalgamer dans les ruisseaux, en particulier avec les particules ferrugineuses, pour former de fines paillettes voire des pépites. Ces concentrations anciennes ou plus récentes pourront elles-mêmes être remaniées, notamment au Tertiaire où l'or est connu dans certains faciès sablo-conglomératiques ou sablo-graveleux.

L'or primaire

L'or primaire ou en roche a été très recherché dans toute la région (feuilles Cossé-le-Vivien, Craon, La Guerche-de-Bretagne à l'Ouest, Château-Gontier à l'Est) au cours de l'âge de fer et de l'antiquité ainsi que l'attestent les quelques objets isolés retrouvés par les archéologues. De nombreux travaux datant de l'époque gallo-romaine sont encore visibles au Nord sur les communes de Ballots, Athée, Livré (feuille Cossé-le-Vivien). Sur la carte de Craon, ces indices sont également présents, visibles sur les communes de La Selle-Craonnaise, Ampoigné, Chemazé, Simplé, Bazouges, et Athée. Ils se marquent par de profondes tranchées ou fosses bordées par un important monticule de déblais. Ces anciennes aurières jalonnent une zone filonienne quartzeuse plus ou moins développée, alignée N110°E à N130°E, décalée par les jeux de failles, et s'étendant depuis Château-Gontier à l'Est jusqu'à La Guerche-de-Bretagne à l'Ouest. Cette zone aurifère est connue sous la dénomination de « axe aurifère des Miaules » (probablement dérivé du latin *mettala* = mines) (Meuret, 1993 ; fig. 21). Plusieurs fermes ou habitations ont conservé sur la région ce patronyme de « les Miaules », « le Miaule » (Denazé et Simplé), ou de « la Motte » (Simplé) ou « les Fosses » (Bazouges).

Ces indices constituent le district aurifère de Château-Gontier (fig. 22).

Plusieurs études ont été réalisées par le BRGM sur cet axe aurifère dans le cadre de l'inventaire minier national entre 1960 et 1980 (Machairas, 1970 ;

Vaucorbeil de, 1973, 1985 ; Vasquez-Lopez *et al.*, 1985). Sur la feuille de Craon, les principaux travaux se situent :

– sur la commune de **La Selle-Craonnaise** (indice BSS n° 03901x4001) où de forts indices alluvionnaires d'or associés à des anomalies géochimiques en As, Pb (Cu, Ag) ont été identifiés (Vaucorbeil de, 1973). Les prospections tactiques ont mis en évidence quelques teneurs en or associées à ces anomalies notamment à la Trébottière (Vaucorbeil de, 1986) ;

– sur les communes d'**Athée** (indice BSS n° 03902X4001) et de **Simplé** (indice BSS n° 03903X4001), où les prospections semi-stratégiques ont décelé quelques zones anormales en or au voisinage des fermes de Saint-Sulpice (29 ppb et 60 ppb Au en sol), la Petite-Gaudinière, Boutigné (45 ppb Au en sol), la Halbaudière (aurière à 4,5 g/t sur blocs de quartz, et l'Ombretièrre (230 ppb Au) (fig. 23 et 24) (Vaucorbeil de, 1985). Les anciennes aurières alignées sur 900 m de long entre les fermes de la Gaudinière et des Perrines ont été étudiées par forages carottés et ont donné quelques passes quartzieuses minéralisées de 0,30 m à 1 m avec des teneurs de 0,7 à 2,35 g/t Au ;

– sur la commune d'**Ampoigné** (indice BSS n° 03903X4002), où une bonne concentration d'or alluvionnaire et éluvionnaire jalonnée d'anomalies stratégiques en arsenic (As) est alignée sur environ 1 km de long et dans le prolongement des indices de Bazouges. Des volantes de quartz ont fourni jusqu'à 21 g/t Au ;

– sur la commune de **Bazouges** (indice BSS n° 03904X4001) dans une zone à anciennes aurières sur environ 900 m de long, dans un contexte quartzieux très faillé. Les teneurs en or sont médiocres excepté pour une seule passe en sondage de 2,15 m à 83 g/t Au à la profondeur de 54,25 m. Ce secteur se situe au niveau des fermes de la Bouverie et des Quevallières situées en bordure nord de l'ancienne voie ferrée menant à Château-Gontier (en limite est de carte). C'est également dans ce secteur que se situent les anciennes aurières des Fosses ;

– sur la commune de **Chemazé** avec l'indice de la Derbournière (indice BSS n° 03908X4001) (fig. 25) (Vaucorbeil de, 1985), localisé à l'Est de Chemazé en rive gauche du ruisseau de Rouillard, en limite de carte. Il correspond à une ancienne aurière avec une structure aurifère d'environ 500 m de long dont 150 m ont été reconnus par sondages. La minéralisation est faible, avec une passe de 0,40 m à 6 g/t Au à 45,60 m.

Également sur Chemazé, au Nord de la Derbournière, l'indice du Coudreau (indice BSS n° 03908X4002), correspondant à une ancienne aurière (fig. 26 et 27) Les sondages carottés réalisés sur cette zone ont recoupé à 80 m de profondeur une passe quartzieuse de 1,75 m à 28 g/t Au et, 22 m plus bas, un réseau de filonnets quartzieux à 10,8 g/t Au.

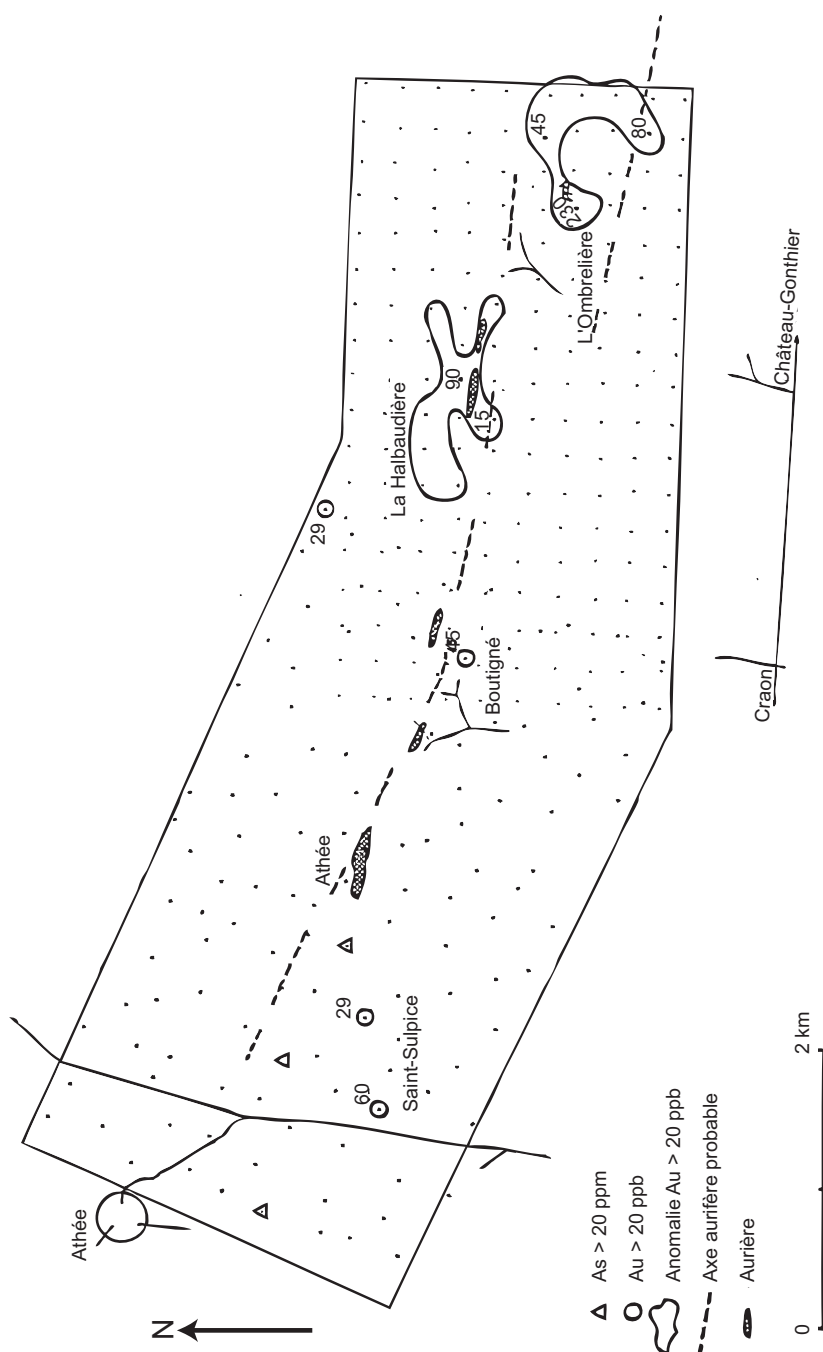


Fig. 23 - Résultats de la prospection géochimique semi-stratégique réalisée au Sud-Est d'Athée (feuille Cossé-le-Vivien) sur l'axe aurifère des « Miaules », dans le secteur des anciennes aurifères des Perrines, de Boutigné, de La Halbaudière et de l'Ombrellière (Vaucorbeil de, 1985)

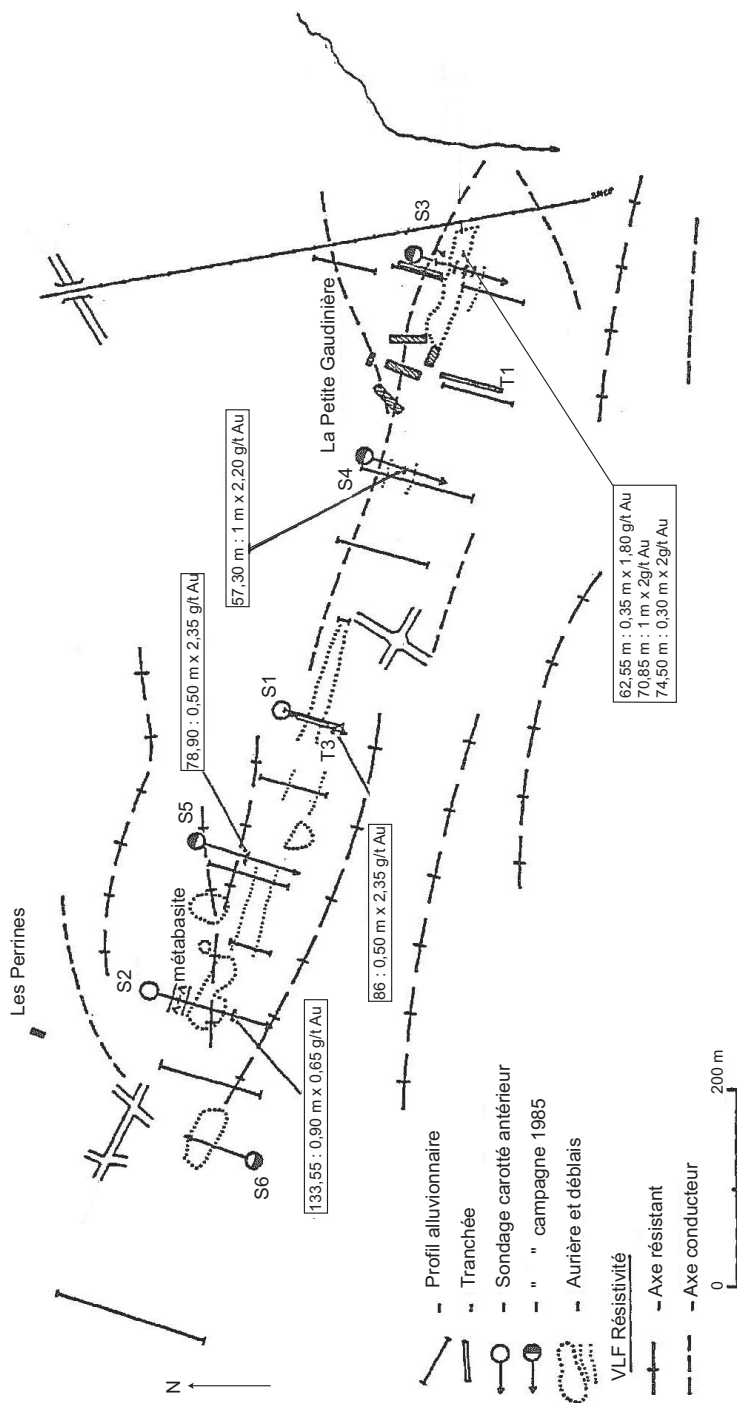


Fig. 24 - Synthèse et résultats des travaux réalisés sur ce même prospect d'Athée entre les Perrines et la Petite-Gaudinière (Vaucorbell de, 1985)

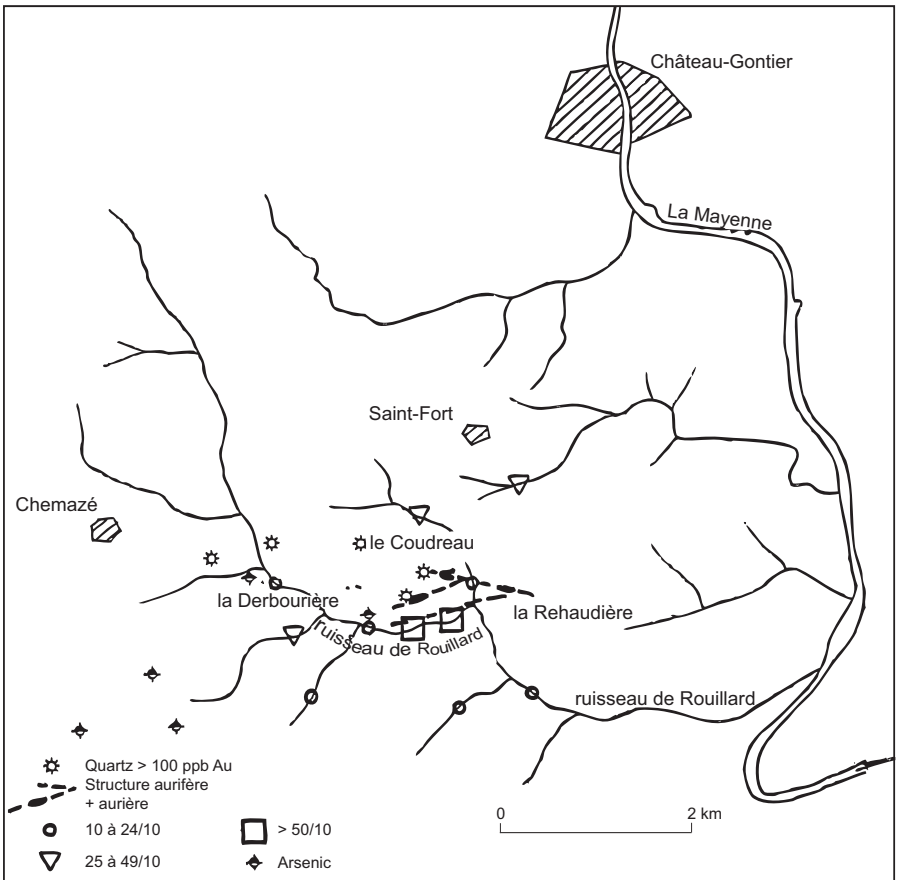


Fig. 25 - Localisation du prospect aurifère du Coudreau-la Derbournière et des anciennes aurières associées. Résultats de la prospection alluvionnaire (Vaucorbeil de, 1985)

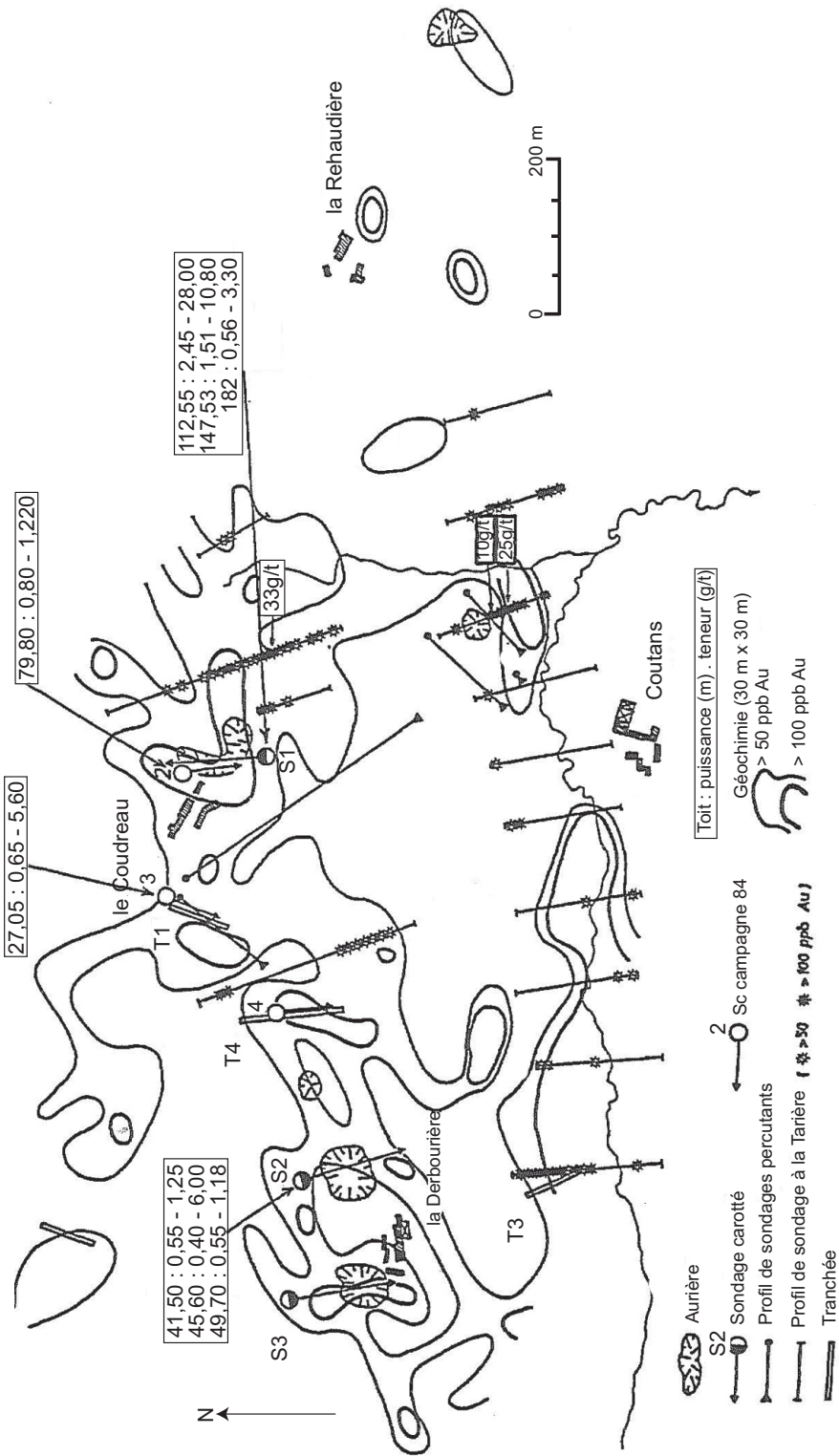


Fig. 26 - Synthèse des travaux réalisés sur le prospect aurifère du Coudreau – la Derbournière et teneurs en or obtenues (Vaucorbeil de, 1985)

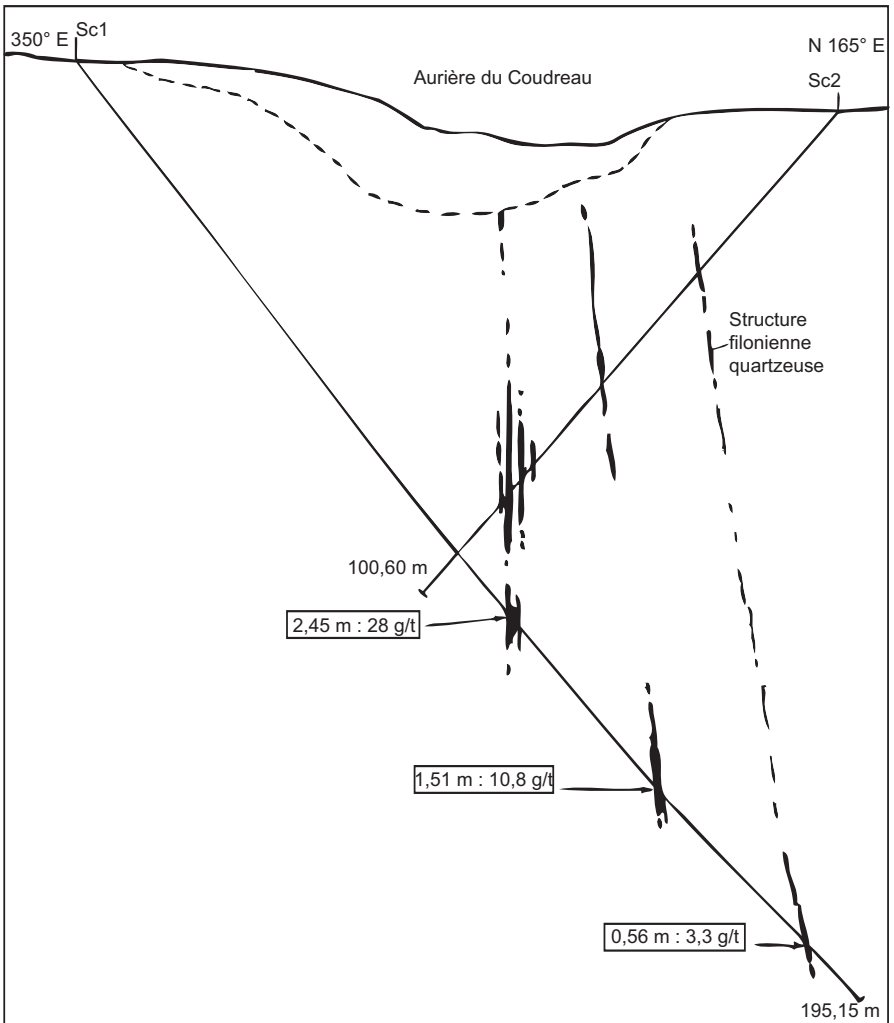


Fig. 27 - Coupe des sondages carottés inclinés Sc1 et Sc2 réalisés sur le site du Coudreau. Résultats et teneurs (de Vaucorbeil, 1985)

Paragenèse de cette minéralisation

Cet or, libre ou piégé, est dans toute la région accompagné en proportion très variable d'arsénopyrite, pyrrhotite, pyrite, blende, chalcopryrite, galène et de minéraux en trace (tétrahédrite, bravoïte, zinckénite, scheelite, argent natif, électrum). La gangue est composée de quartz blanc et gris associé à des carbonates (calcite, ankérite, dolomie), à de la chlorite et de la séricite.

Le contexte géologique de ces minéralisations aurifères

Le contexte de ces minéralisations est ici nettement moins marqué que celui visible au Nord sur Livré, Athée ou Ballots. L'encaissant est toujours représenté par les siltites et grès du Briovérien mais les filons de quartz qui recoupent ces terrains sont ici nettement moins développés (ou moins visibles ?), et l'orientation N110° à N120°E mesurée au Nord nettement plus difficile à mettre en évidence. Par contre, le fait marquant est que l'on retrouve ici comme au Nord dans l'environnement de ces indices, des petites intrusions granitiques correspondant au granite de Craon, ou des faciès silteux tachetés caractéristiques d'un métamorphisme de contact (et de la proximité de ce granite). Ceci est observable au niveau de la ferme des « Miaules » située sur la commune de Simplé.

Si l'or n'a pas été dosé dans le granite de Craon, les analyses faites au Nord par G. Machairas (1970) ont montré que les granites situés dans ce contexte minéralisé étaient bien dépourvus en or. Bien que n'étant pas à l'origine de cet or, ces pointements granites sont symptomatiques d'une importante activité magmatique dont nous avons la preuve à quelques centaines de mètres présumés en profondeur avec le granite de Craon.

Cette phase magmatique est probablement accompagnée d'une importante activité hydrothermale se manifestant par une silicification et chloritisation des épontes silto-gréseuses des filons de quartz, la présence de carbonates (ankérite, dolomie), de séricite, pyrite, pyrrhotite, chalcopryrite, scheelite, et à laquelle il faut certainement attribuer la remobilisation et la concentration de l'or, initialement contenu dans le Briovérien (Sagon *et al.*, 1985).

L'âge de ces concentrations aurifères

Qu'il soit au départ lié au Briovérien et remobilisé ensuite par les fluides hydrothermaux ou directement lié à ces fluides, l'or est concentré dans les structures filoniennes quartzueuses N110° à N130°E constituant l'axe des Miaules, et jalonnées de petits corps intrusifs. Ces structures filoniennes sont a fortiori contemporaines du fonctionnement des grands accidents sud et nord-armoricains (CSA, CNA) auxquels on associe dans toute la région la mise en place de massifs granitiques leucocrates tels que ceux de Pontivy, de Montebert et du Pertre, d'âge carbonifère (Tournaisien-Viséen).

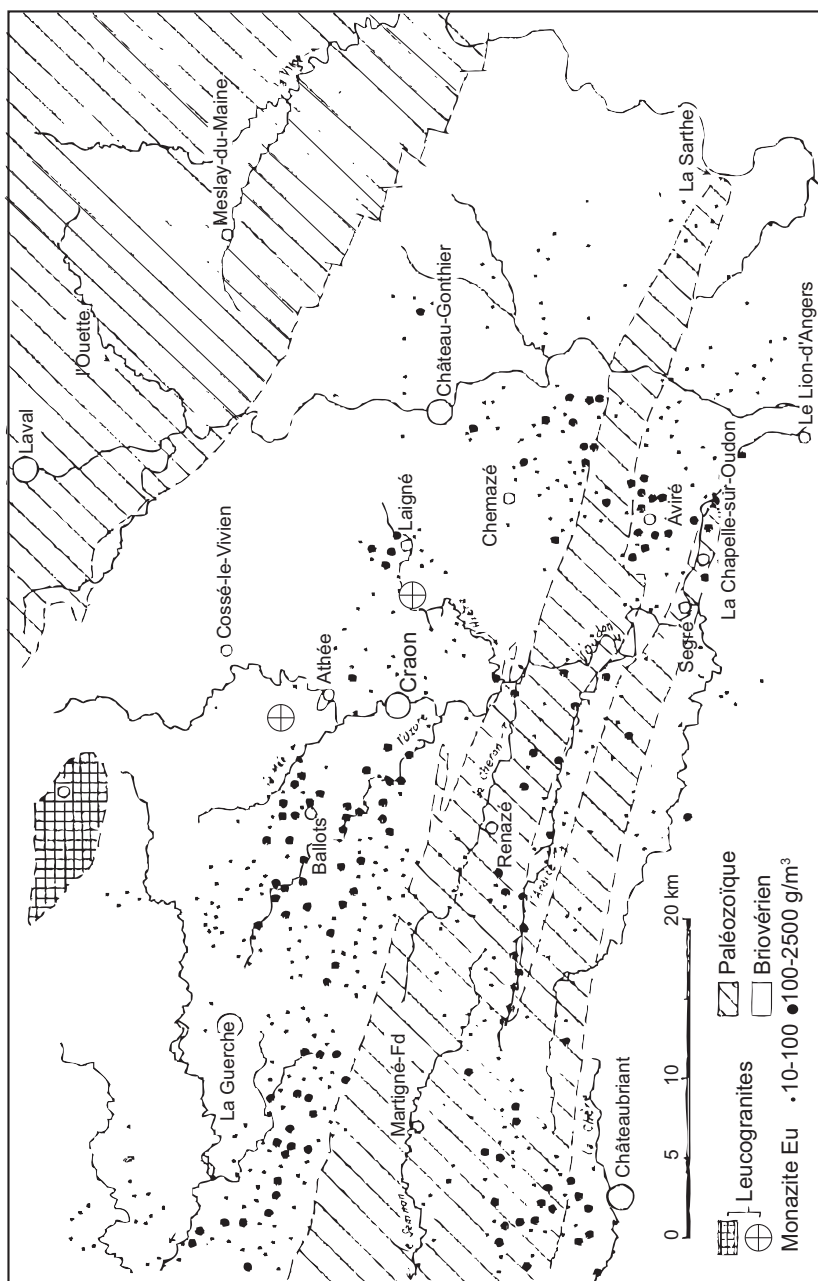


Fig. 28 - Carte des concentrations de monazite à europium dans les alluvions de la région de La-Guerche-de-Bretagne à Château-Gonthier (*in* Guigues, 1984)

Indice BSS	Commune et lieu-dit	Nature	X, Y (Lambert II) Z en m	Date des travaux	Type d'indice. Paragenèse. Type de travaux	Contexte
03901X4002	Renazé la Chesnais	Indice Cu, Pb, Zn	X : 347,00 Y : 2 316,40 Z : 50	1905	Filon de quartz à sulfures (Cu-Pb-Zn)	Filon dans quartzite silurien
03907X4001	La Ferrière-de-Flée concession de la Ferrière	Indice de fer	X : 359,00 Y : 2 308,00 Z : 100	vers 1050, 1875	Amas, couche stratiforme à minéral de fer	Couche à Fe dans le Grès armoricain
03906X4002	Châtelaais la Basse-Paragais	Indice Zr, Ti, T.R	X : 356,00 Y : 2 308,60 Z : 90	1966	Couche, stratiforme. Prospection scintillomètre	Grès armoricain à zircon et rutile
03906X4001	L'Hôtellerie-de-Flée la Durdontière	Indice Zr, Ti, T.R	X : 354,75 Y : 2 310,75 Z : 80	1966	Couche, stratiforme. Prospection scintillomètre	Grès armoricain à zircon et rutile
03905X4002	Les Cerqueux concession d'Ombrière	Gîte de fer. Mines de l'Ouest	X : 351,00 Y : 2 310,00 Z : 100	1908	Couche, stratiforme. Minéral de fer. Fouille, traçage, puits	Grès armoricain
03905X4001	Grugé-l'Hôpital concession de l'Ourzais	Indice de fer. Mines de l'Ouest	X : 349,00 Y : 2 312,00 Z : 100	1923	Couche, stratiforme. Minéral de fer. Puits, fouille, traçage	Grès armoricain
03908X4002	Chemazé le Coudreau	Indice d'or. Anciennes aurifères Axe des Miaules	X : 370,30 Y : 2 313,80 Z : 60	1984	Minéralisation associée à du quartz filonien. Sondages tarrières et carottés	Grès et siltites du Briovérien
03908X4001	Chemazé la Derbourrière	Indice d'or. Anciennes aurifères Axe des Miaules	X : 370,00 Y : 2 313,55 Z : 60	1973	Minéralisation associée à du quartz filonien. Sondages tarrières et carottés	Grès et siltites du Briovérien
03904X4001	Bazouges	Indice d'or. Anciennes aurifères Axe des Miaules	X : 369,55 Y : 2 315,85 Z : 80	1985	Minéralisation associée à du quartz filonien. Sondages tarrières et carottés	Grès et siltites du Briovérien
03903X4001	Simplé la Halbaudière	Indice d'or. Anciennes aurifères Axe des Miaules	X : 359,45 Y : 2 323,15 Z : 80	1985	Minéralisation associée à du quartz filonien. Sondages tarrières et carottés	Grès et siltites du Briovérien
03903X4002	Ampoigné	Indice d'or. Anciennes aurifères Axe des Miaules	X : 363,80 Y : 2 316,90 Z : 60	1985	Minéralisation associée à du quartz filonien. Sondages tarrières et carottés	Grès et siltites du Briovérien
03901X4001	La Selle-Craonnaise	Indice d'or.	X : 347,45 Y : 2 322,55 Z : 60	1972	Minéralisation associée à du quartz filonien. Prospection tactique, tarrière	Grès et siltites du Briovérien
03902X4001	Athée	Indice d'or. Anciennes aurifères Axe des Miaules	X : 356,35 Y : 2 324,10 Z : 80	1985	Minéralisation associée à du quartz filonien. Sondages tarrières et carottés	Grès et siltites du Briovérien

Tabl. 7 - Indices miniers répertoriés sur la feuille de Craon. Banque de données nationale du sous-sol -BSS-BRGM)

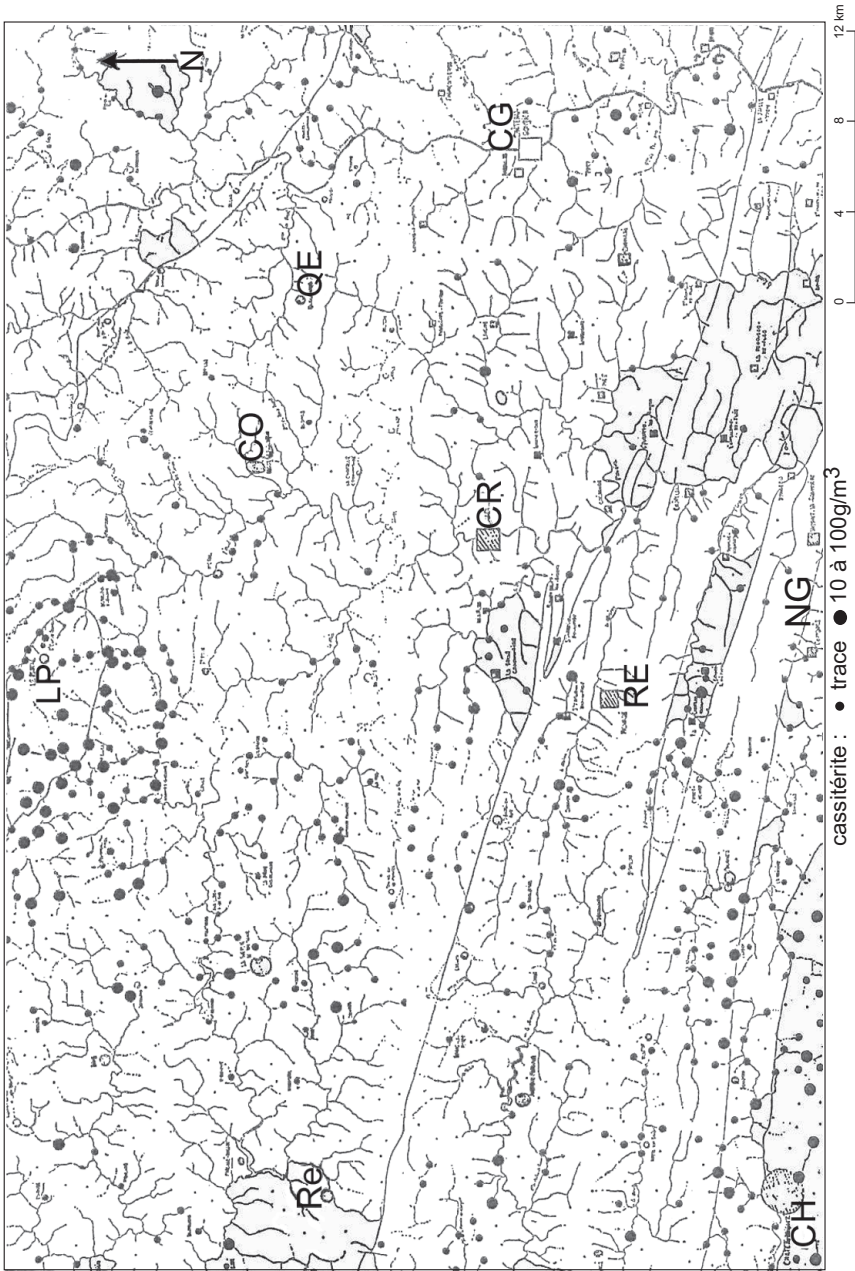


Fig. 29 - La cassitérite alluvionnaire dans la région de Cossé-le-Vivien, Château-Gontier, Craon (d'après l'atlas des minéraux d'alluvions du Massif armoricain à 1/50 000, BRGM, Nantes) (CG : Château-Gontier ; CR : Craon ; LP : Le Pertre ; RE : Rethiers ; CO : Cossé-le-Vivien ; CH : Château-Gontier ; NG : Noyant-la-Gravoyère)

Autres minéralisations

Monazite à europium

En dehors du fer et de l'or, les prospections géochimiques et alluvionnaires réalisées sur cette région font essentiellement ressortir :

– sur les secteurs de Chemazé, Laigné et à l'Ouest de Craon, des petites concentrations alluvionnaires de monazite grise noduleuse riche en europium. Ces concentrations en monazite sont associées aux terrains briovériens. Dans les formations paléozoïques, elles sont probablement liées au Grès armoricain (Guigues, 1984 ; fig. 28) ;

– sur Aviré, une belle anomalie en monazite grise à europium regroupant des points de 50 à 800 g/m³ en lif vif.

Zircon et rutile (cf. carte et tabl. 7)

Un indice à zircon et rutile est signalé dans la Banque de données du Sous-Sol (indice BSS n° 03906X4001) sur la commune de L'Hôtellerie-de-Flée au lieu-dit de la Durdontière. La zone minéralisée s'étend sur près de 2,5 km de long et est constituée de grès à zircon et rutile. Un deuxième indice est également indiqué sur la commune de Châtelais au lieu-dit la Basse-Parageais (indice BSS n° 03906X4002). Il s'étend également sur plusieurs centaines de mètres de long (près de 3 km) dans la partie supérieure du Grès armoricain enrichie en rutile et zircon (Mulot, 1973).

Cuivre, plomb, zinc (cf. carte et tabl. 7)

Un indice de cuivre, plomb, zinc est répertorié (indice BSS n° 03907X4001) sur la commune de Renazé au niveau de la ferme de la Chesnais dans les quartzites du Silurien. La minéralisation sulfurée à Cu, Pb, Zn est liée à un filon de quartz recoupant ces terrains (Vaucorbeil de, 1968).

Cassitérite

Elle n'apparaît au niveau des socles sédimentaires qu'à l'état de traces, dépassant ponctuellement les 10 g/m³, et sans répartition privilégiée. Elle est intimement liée aux roches granitiques, en particulier aux greisens symptomatiques d'une activité pneumatolytique, tels que ceux que l'on peut observer plus au Nord au niveau du massif du Pertre (fig. 29).

AFFLEUREMENTS REMARQUABLES (position sur carte)

Les conditions d'observation sont dans l'ensemble relativement mauvaises en raison de l'altération très prononcée des terrains. Quelques affleurements permettant d'observer les roches dans des conditions

satisfaisantes ont néanmoins été relevés. Ils sont figurés sur la carte par un astérisque rouge (*) et présentés ci-dessous :

Pour le Briovérien

Les affleurements corrects sont rares. On citera notamment :

Point 1 : en dehors de ceux visibles au château de Craon, les affleurements présents à la sortie de Craon entre le Rocher et la Chapelle-Sainte-Europe permettant d'observer les faciès silteux très redressés (pendage de 75°N) en direction N130°E.

Point 2 : c'est l'un des rares points où l'on peut observer convenablement les faciès silteux affectés par le métamorphisme de contact induit par le « granite de Craon ». Les siltites y apparaissent avec de nombreuses petites taches (3 à 4 mm) caractéristiques du métamorphisme dans le domaine des « Schistes tachetés ».

Point 3 : secteur à environ 1 km au Nord-Ouest de Laigné, dans le premier virage de la D 588, également très favorable pour l'observation des siltites, très redressées avec une stratification N115°E-70°N et une schistosité N110°E-60°N.

Point 4 : zone située dans le coin nord-ouest de la carte, en bordure de la forêt de Ballots. Pas d'affleurement mais forte concentration de blocs permettant d'observer les grès-quartzites du Briovérien terminal.

Point 5 : à la sortie de Bazouges, sur la D 114 en direction d'Ampoigné, les affleurements situés au-dessus du Grand-Bourgnault permettent d'observer les siltites verticales en direction N140°E, surmontées par les sables et graviers du « Tertiaire ».

Point 6 : à la sortie de Craon au Sud-Est sur la D 25, au niveau de l'intersection avec la D 274 en direction de Pommerieux : bel affleurement de grès très induré, quartzeux, au contact des siltites, affecté par un plan de faille N110°E-75°S et des filonnets de quartz.

Point 7 : dans le centre d'Aviré, grès-grauwackes du Briovérien en place en bancs verticalisés N105°E-90°.

Pour le Paléozoïque

L'Ordovicien

La formation de Pont-Réan

Points 8 et 9 : de très beaux affleurements sont visibles le long de la 2 x 2 voies au Nord-Est de Combrée, au niveau des sorties ou entrées menant au rond-point

avec la D 281. Les affleurements se poursuivent sur la 2 x 2 voies en direction de Segré (attention route à grande circulation). Les schistes sombres de cette formation peuvent également être observés au point 9 près du passage souterrain situé sous la 2 x 2 voies et menant à la ferme de la Lande.

Point 10 : bel affleurement sur Nyoiseau au-dessus et à l'Ouest du cimetière, sur la petite route menant à la ferme de la Beslière. Dans le premier virage coudé, près du réservoir d'eau, les schistes de Pont-Réan apparaissent très distinctement orientés N140°E à pendage de 70°N. On les retrouve quelques mètres au-dessus dans le petit chemin partant à gauche vers le Marché-Lavoir.

Le Grès armoricain

Point 11 : à l'Ouest en limite de carte, à la sortie de Vergonnes en direction de Combrée, sur la D 775, prendre à environ 600 m à gauche la D 212 menant à la commune de La Chapelle-Hullin. Après environ 250 m, la route passe sous la 2 x 2 voies entre les Longères et le rond point de la Haute-Lande. Les travaux réalisés sur ce tronçon de la 2 x 2 voies permettent d'observer les bancs de Grès armoricain (O2Gi) orientés N100°E à pendage de 45°S, fracturés, avec au-dessus une puissante couche d'altérites, puis l'un des niveaux de minerai de fer, très altéré et rubéfié (juste avant le souterrain). Quelques mètres plus loin, on passe au membre des Schistes intermédiaires très altérés (O2Gm), argilisés, rubéfiés, mais encore identifiables (ce qui est assez rare), avant de repasser de nouveau au Grès armoricain (O2Gs). Un peu plus loin, après le rond-point, en direction de La Chapelle-Hullin, on passe à la formation sus-jacente des schistes noirs d'Angers-Traveusot.

Point 12 : à environ 1 km au Nord de Saint-Martin-du-Limet, sur la N 171 entre le carrefour avec la D 230 menant à Bouchamps-lès-Craon et la ferme de la Mésangère : on observe au niveau de la butte le Grès armoricain en bancs plus ou moins désagrégés, altérés, avec dans la partie centrale des petites accumulations de sable.

Point 13 : à environ 1,8 km au Sud de Bouchamps-lès-Craon sur la D 228, au niveau du carrefour de Landevy : affleurement de Grès armoricain, très altéré permettant d'observer le faciès conglomératique, à dragées de quartz.

Point 14 : en partant de Bouchamps-lès-Craon en direction de Saint-Martin-du-Limet, tourner à gauche en direction de la ferme des Bois-Hubert, puis à droite vers les Pommeraies. Avant cette ferme, la route part à gauche vers une autre ferme (nom inconnu). De cette intersection à la ferme, on observe toute la transition entre la formation de Pont-Réan avec ses pélites vertes très caractéristiques, le passage brutal au conglomérat de base du Grès armoricain, puis ce dernier constituant le sommet de la colline. Les couches sont orientées N110°E à pendage de 50°S.

La formation des Schistes d'Angers-Traveusot

Points 15 et 16 : de Noyant-la-Gravoyère, rejoindre le parc d'activité de Saint-Blaise. Un chemin de randonnée permet de faire le tour des étangs de la Coudre et de la Corbinière, encaissés dans les schistes d'Angers-Traveusot. Paysage splendide, avec des jeux de failles N180°E bien marqués à la hauteur de la Camusaie. Les couches sont orientées N100°E à N105°E avec un pendage très redressé entre 70°N et 90°. Ces schistes sont visibles tout le long du chemin jusqu'à Nyoiseau à l'Est.

La formation du Châtellier

Point 17 : cette formation n'a été observée qu'à l'état de volantes. Néanmoins des échantillons sains et représentatifs sont visibles entre les communes de Châtellais et de La Boissière. À Châtellais, prendre la D 193 en direction de Craon sur environ 2 km et tourner à gauche sur la D 608 en direction de La Boissière. La colline boisée située entre ce carrefour et le ruisseau du Chéran, au Nord-Est de l'ancienne ferme de la Touche permet de récolter des échantillons très caractéristiques de ces grès verts. Des échantillons peuvent également être récoltés dans les labours le long du Chéran en allant vers l'Ouest jusqu'au Château.

Point 18 : formation observée également sous la forme de « volantes » dans les labours. En partant de Renazé, prendre à l'Ouest la D 110 en direction de Saint-Aignan-du-Roë. À 1 km, juste avant l'intersection avec l'ancienne voie ferrée, prendre la petite route à gauche, sans issue, conduisant à la ferme de Chalopin. Le faciès du Châtellier est visible dans le virage à l'état de blocs dans le labour.

La formation de Riadan-Renazé

Point 19 : depuis la place de la mairie de Renazé, prendre la D 110 en direction de Segré sur environ 750 m. L'embranchement à gauche conduit au ruisseau du Chéran et à l'habitation des Planchettes. Juste en-dessous, on observe en bordure du Chéran les schistes ardoisiers noirs très homogènes de Riadan-Renazé, orientés N110°E, et fortement pentés à 80° vers le Sud.

Point 20 : ancienne ardoisière de la Rivière sur Saint-Saturnin-du-Limet. Depuis Renazé, prendre vers l'Ouest la D 110 en direction de Saint-Aignan-du-Roë. Juste après l'intersection avec l'ancienne voie ferrée, tourner à droite et passer le Chéran. La portion de route située entre l'intersection avec la ferme du Buisson et le château de la Rivière permet d'observer les terrils de la mine et, dans les talus, les schistes ardoisiers à l'affleurement, très massifs et homogènes, noirs, orientés N110°E et fortement pentés à 80° vers le Nord.

Les terrains siluriens

Point 21 : depuis Bouchamps-lès-Craon, prendre vers le Sud la D 228 sur environ 2,5 km en direction de La Boissière. Tournez ensuite à gauche en direction de la Morinière jusqu'au prochain carrefour (élevage avicole). Depuis ce carrefour jusqu'au moulin de la Chapelière, on peut observer les grès blancs siluriens fortement altérés dans les talus et à l'état de blocs dans les labours.

Point 22 : au Châtelais, prendre vers le Nord-Est la D 81 en direction de Saint-Quentin-les-Anges. Passer la rivière Oudon et à 500 m à droite, prendre le chemin en pente menant à la ferme de la Jarillais. On observe dans les fossés en bordure des champs le passage des schistes ardoisiers d'Angers-Traveusot aux grès blancs et massifs très altérés du Silurien.

Point 23 : depuis le point 21, reprendre en sens inverse jusqu'au carrefour de la D 228. Prendre en face vers l'Ouest sur environ 500 m la route menant à l'habitation de la Marinaie. Tourner à gauche jusqu'à la Bruyère. Les grès siluriens sont blancs, pulvérulents, et constituent ici une petite lentille fortement tectonisée, recoupée par des filons et veinules de quartz, et formant l'armature de la colline. Ces grès ont été anciennement exploités en contrebas (carrière inaccessible) et reposent directement sur les schistes ardoisiers de Riadan-Renazé.

Point 24 : à Renazé, prendre la N 171 en direction de Craon. Passer le ruisseau du Chéran. Les talus de cette route permettent d'observer jusqu'au sommet de la butte (Ro chopoulain) les grès siluriens en place, blanchâtres, très massifs, ayant ponctuellement fait l'objet de grattages. Ces grès sont orientés N110°E avec un pendage de 20 à 40° vers le Nord. Ces observations ne sont réalisables qu'en période hivernale, les affleurements étant en été complètement masqués par les fougères.

Les formations méso-cénozoïques à sables et graviers

Point 25 : la sablière de Bel-Air : cette sablière est située à la sortie de Bazouges – Château-Gontier sur la D 22 en direction de Craon, à 3,5 km de la bordure de la carte au lieu dit « Bel-Air ». Elle est actuellement exploitée par le groupe Lafarge et ne peut être visitée que **sur autorisation**. On y observe sur 7 à 8 m de haut les différents niveaux de sables et graviers reposant à la base sur les siltites altérées du Briovérien (cf. paragraphe description des formations). En continuant la route vers Craon sur 1,250 km, on peut également observer à droite de la route en face de l'intersection avec le chemin de Vautournant une ancienne carrière de sables et graviers blancs à rougeâtres.

Point 26 : depuis le point précédent, continuer sur environ 750 m jusqu'au carrefour de la route partant à droite vers la commune de Marigné-Peuton.

À environ 750 m, prendre le deuxième chemin à droite menant à la ferme de la Grande-Lande. Au niveau du virage, à 500 m, un petit chemin mène sur la droite à une ancienne carrière en partie comblée d'où ont été extraits des sables et graviers.

Les faciès silicifiés tertiaires : les silcrètes

Point 27 : ces faciès gréseux siliceux s'observent essentiellement au sommet des collines à l'état d'éléments de dalles pouvant atteindre le mètre cube, à patine brune à beige, aux contours arrondis. Ils s'observent également sur les pentes et bas-fonds sous la forme de blocs plus ou moins roulés. Ils renferment régulièrement des passées de graviers et galets. Les plus beaux affleurements se situent à Molières sur la commune de Chemazé. Depuis Chemazé, prendre la D 588 vers le NE jusqu'à Molières. Juste après l'église en allant sur Montguillon, une grande dalle subhorizontale de grès grossier à microconglomératique est observable à gauche dans le talus. Ces grès sont siliceux, bruns à beiges à petits galets dispersés, à stratification entrecroisée, et en apparence en place.

Les ferruginisations tertiaires : les roussards

Point 28 : ces faciès ferrugineux (*cf.* description des formations) cimentant des sables et graviers de la formation (C1-p) ne sont observables que très ponctuellement notamment près de Loigné-sur-Mayenne. Depuis cette commune, prendre vers le Nord-Ouest la D 609 menant à Marigné-Peuton. À environ 1,5 km, tourner à droite jusqu'à la ferme (dont le nom n'est pas anodin !) de la « Rouillère ». Les éléments de cuirasse ferrugineuse sont visibles dans le petit bosquet situé à 250 m au-dessus de la ferme au Nord-Ouest. Ces faciès semblent avoir fait l'objet dans ce secteur d'une extraction ponctuelle pour minerai de fer.

Le « granite de Craon »

Ce batholite sous couverture dont la masse principale se situerait à près de 400 m de profondeur n'apparaît en surface que très ponctuellement, sous la forme de petites apophyses, majoritairement démantelées à l'état de blocs en volantes dans les champs, exceptionnellement à l'affleurement.

Point 29 : à Laigné, prendre la D 10 vers le Sud en direction d'Ampoigné sur environ 2 km jusqu'à l'intersection de la Morandière. Le champ situé en face du carrefour permet d'observer quelques blocs en volantes du « granite de Craon ». Rien de spectaculaire mais le granite est bien là.

Point 30 : c'est sans aucun doute le meilleur affleurement connu pour ce granite. Depuis Laigné, prendre la D 22 en direction de Craon sur 2,5 km. Juste après la ferme du Latay-Planchenault, tourner à gauche et poursuivre sur 750 m jusqu'au

carrefour du Haut-Mazérit. Le granite se marque déjà dans ce secteur juste avant d'arriver au carrefour avec des terres très rubéfiées et des éléments de granite. Au carrefour, prendre le chemin menant à l'Ouest à l'habitation de la Pelterie. Une ancienne carrière en grande partie rebouchée est située à 180 m au Nord de cette habitation. Bien que la carrière soit en grande partie comblée, le granite y apparaît sub-affleurant avec de nombreux blocs dispersés au voisinage.

PRÉHISTOIRE, PROTOHISTOIRE ET ANTIQUITÉ GALLO-ROMAINE

PRÉHISTOIRE

Si la présence de l'homme est attestée dans la région dès le Paléolithique inférieur (biface acheuléen en silex, recueilli à Livré-la-Touche⁹ et vieux de 250 000 à 300 000 ans), les premières traces identifiées dans la région de Craon remontent seulement au Néolithique (4500 à 2000 avant J.-C.). Cette période, dénommée autrefois « âge de la pierre polie » et au cours de laquelle l'homme devient sédentaire et agriculteur, est caractérisée par du mobilier lithique, relativement rare toutefois sur le territoire de la feuille Craon (meules dormantes à Pommerieux et Châtelais). Aucun vestige d'habitat n'a en revanche été identifié mais, au Sud-Ouest de Craon (vallée du Chéran), une dizaine de monuments mégalithiques - dont une sépulture probable et une enceinte - témoignent d'une occupation néolithique plus dense qu'ailleurs. Seuls les suivants sont encore visibles :

Sur Bouchamps-lès-Craon (53) :

- pierre dressée du Haut-Bois (classé MH ; 1990) et les Fontenelles (inscrites MH ; 1990), à l'Est du lieu-dit la Maison-Neuve, en limite de la Mayenne et du Maine-et-Loire : il s'agit d'un ensemble mégalithique qui comportait encore, en 1860, 17 ou 18 mégalithes et dont il n'en subsiste actuellement plus que trois ;
- la Cahorie (inscrite MH ; 26/01/1989) : trois blocs qui pourraient correspondre à la cella d'un petit dolmen.

Sur Saint-Saturnin-du-Limet (53) :

- menhir de la Pierre-de-l'Horloge ou de la Roche-Poulain (inscrit MH ; 1953) : menhir de 3,4 m constitué d'un grès à veines de quartz ; situé à environ 1 km de Renazé, non loin de la RN 171 (coordonnées Lambert II étendu : X = 346, 490 ; Y = 2 316,652).

Les autres monuments mégalithiques connus sur le territoire de la feuille Craon, dont certains se situent dans le prolongement de ceux de la vallée du Chéran, sont les suivants :

⁹ Agglomération située sur la feuille Cossé-le-Vivien, en limite de la feuille Craon et à 5 km au Nord-Ouest de l'agglomération de Craon.

Sur Chemazé (53) :

- menhir du Porto.

Sur Saint-Quentin-les-Anges (53) :

- menhir de la Poterie.

Sur Aviré (49) :

- menhir de la Pierre-Debout (classé MH ; 1889).

Sur Châtelais (49) :

- menhir de la Suzonnière.

Sur La Ferrière-de-Flée (49) :

- dolmen de Petifaie (inscrit MH ; 1990) ;
- tombe mégalithique du château de La Ferrière (inscrit MH ; 1989).

PROTOHISTOIRE

Âge du Bronze (vers 2000 à 750 avant J.-C.)

Les témoignages du début de l'Âge du Bronze sont très rares dans la région. Le matériel découvert dans les marches Bretagne-Anjou devient relativement plus abondant au Bronze moyen. La région appartient alors à l'aire de diffusion des centres de production armoricains et normands, et l'on y retrouve des haches à talon et des bracelets. Cependant la région, densément boisée, est vraisemblablement faiblement peuplée. C'est au Bronze final (1100-750) que se multiplient les implantations humaines et la diffusion artisanale. En témoignent les « dépôts de fondeurs », c'est-à-dire les enfouissements de lots neufs ou dépareillés, constitués et transportés par des marchands ambulants en relation avec les ateliers de production. Parmi les quelques objets recueillis sur le territoire de la feuille Craon, on peut citer :

- **Bronze moyen** (1600-1200 avant J.-C.) :
 - à Saint-Martin-du-Limet, une hache à talon et un dépôt de sept haches avec un fragment de tige de section carrée,
 - à La Boissière, un dépôt découvert en 1878 qui contenait au moins trois bracelets appartenant probablement au type « Bignan ».
- **Bronze final** (1200-750 avant J.-C.) :
 - à Renazé, un dépôt de cinq bracelets dont un torsadé et un talon de lance,
 - à Châtelais, un couteau à soie à double tranchant.

Âge du Fer (vers 750 à 50 avant J.-C.)

Le premier Âge du Fer (Hallstatt : 750-450 avant J.-C.) et les débuts du second Âge du Fer (La Tène : 450-50 avant J.-C.) sont des périodes assez mal connues.

Dans la région de Craon, les exploitations agricoles se développent dès le IV^e ou le III^e siècle avant J.-C. (Tène ancienne ou moyenne) : les prospections aériennes réalisées dans le bassin de l'Oudon à partir de 1989 (Leroux) et les fouilles effectuées sur une sélection de sites dans la région d'Athée (Meuret), ont permis de mettre en évidence un regroupement remarquable de sites gaulois (enclos ou fermes protohistoriques entourés de fossés). La région de Craon, que l'on pensait être un vaste espace forestier mis en valeur tardivement, à partir du Moyen-Âge seulement, est devenue en quelques années le secteur où la densité des sites gaulois repérés est la plus forte dans tout l'Ouest. J.-C. Meuret estime que les trois-quarts des habitats ruraux fossoyés du Craonnais furent installés à l'époque gauloise, le reste datant pour l'essentiel de l'époque romaine et, pour une petite fraction, du Haut Moyen-Âge. Le site de la Glannerie (Athée, au Nord de l'agglomération de Craon), fouillé en 1996 et 1997 par J.-C. Meuret révèle une occupation, à vocation essentiellement agricole, entre le IV^e siècle avant J.-C et l'époque romaine (I^{er} - II^e siècles après J.-C.).

C'est au III^e siècle que des populations celtiques, venues de l'Est, s'installent dans la région. Le territoire correspondant aux marches Bretagne-Anjou est partagé, sans doute dès cette époque, entre les Diablintes au Nord, les Andécaves au Sud-Est et les Namnètes au Sud-Ouest (Craonnais) ; vers l'Ouest (actuelle Ille-et-Vilaine), se situent les Riédons.

À La Tène finale (150-50 avant J.-C.), on voit se développer des enceintes de terre appelées oppida, dont on considère maintenant qu'elles avaient une fonction souvent plus économique que militaire. L'oppidum de Saint-Julien à Châtellais en est un exemple, de plus faible extension toutefois que ceux connus plus au Nord (Entrammes par exemple, feuille Cossé-le-Vivien).

Si les sables aurifères ont été exploités en France depuis l'Âge du Bronze, l'extraction de l'or filonien n'a véritablement débuté que durant le second Âge du Fer, au IV^e siècle avant J.-C, dans des aurières à ciel ouvert, puis dans des galeries dès le III^e ou II^e siècle. Entre La Guerche-de-Bretagne au Nord-Ouest et la région de Laigné au Sud-Est, la zone dite « des Miaules » (nom dérivé probablement du latin *metalla* - les mines) correspond à un axe filonien à quartz aurifère et arsénopyrite de quelques centaines de mètres de largeur et de direction N110° à N130°E. Cette zone, le long de laquelle le toponyme « le Miaule » ou « les Miaules » a été identifié à huit reprises, est jalonnée de nombreuses anciennes aurières reliées entre elles par un chemin mis en évidence par J.-C. Meuret entre La Guerche-de-Bretagne et Craon. Plusieurs sites

d'exploitation ont été identifiés sur la feuille Craon, à Chemazé, Bazouges, Laigné, Marigné-Peuton, Ampoigné, Athée... (voir également « géologie de l'environnement »). L'exemple le plus spectaculaire d'une exploitation aurifère - l'une des plus importantes de la région - est situé à Livré, près du lieu-dit la Vieuville (feuille Cossé-le-Vivien, en limite de la feuille Craon) où l'on peut encore voir les restes d'une excavation longue à l'origine d'environ 300 m, entre deux talus de déblais (haldes ou cavaliers), et dont la dénivellation atteignait 8 à 9 m. L'exploitation de l'or dans cette région a probablement perduré jusqu'au Moyen-Âge.

ANTIQUITÉ GALLO-ROMAINE

La plus grande partie du territoire de la feuille Craon appartient à la Cité des Namnètes (chef-lieu : Nantes), le reste (secteur sud-est) étant attribué à la Cité des Andécaves (chef-lieu : Angers).

Les recherches effectuées dans cette région (Leroux, Meuret) permettent de conclure à l'existence d'une agglomération secondaire au Nord de Craon, sur le territoire des communes d'Athée et de Craon, autour du sanctuaire des Provenchères dédié au dieu Mars Mullo et aujourd'hui disparu. Ce site, que l'on croyait isolé, s'est révélé, grâce aux prospections aériennes, inclus dans un habitat dense et étendu comprenant également un théâtre découvert en 1992 et, sans doute, des thermes. Ces découvertes conduisent à envisager l'existence d'un important *vicus*, voire même du chef-lieu d'un *pagus* (pays), territoire correspondant à une entité ethnique gauloise, trop petite cependant pour devenir une cité dans le cadre de l'organisation administrative de l'époque.

Le territoire de la feuille Craon est traversé par deux importantes voies de communication gallo-romaines :

- la voie Avranches – Angers, de direction générale NW-SE, traversant l'angle nord-est de la feuille ;
- la voie Angers – Rennes passant en particulier par Châtellais (Combaristum ?) et Saint-Saturnin-du-Limet.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

DOCUMENTATION CARTOGRAPHIQUE

Cartes IGN :

- Coupure IGN 1/50 000, série orange : Craon n° 1420 ;
- Coupures IGN 1/25 000, série bleue : Chemazé n° 1420 est et Craon-ouest n° 1420 ouest.

Cartes géologiques :

- Atlas des minéraux d'alluvions du Massif armoricain, BRGM, Nantes ;
- Carte géologique du département de la Mayenne par É. Blavier (1837) ;
- Carte géologique du département d'Ille-et-Vilaine par MM. Massieu, Lorieux et Durocher (1866).

Carte géologique de Château-Gontier n° 91 à 1/80 000

- 1^{ère} édition (1895) par L. Bureau et D.P. Oelherth ;
- 2^e édition (1941) : réimpression ;
- 3^e édition (1967) par É. Raguin, C. Le Corre et les sociétés de Fer de Saint-Pierremont et de Segré.

Carte sismotectonique de la France à 1/1 000 000 par J. Vogt et C. Weber (1980).

DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque de données du Sous-Sol du BRGM (BSS) détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux transmis. Les documents peuvent être consultés :

- au Service Géologique Régional-Pays de la Loire (SGR/PAL), 1 rue des Saumonières, B.P. 92342, 44323 Nantes Cédex 3 ;
- au BRGM, Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris.

Le tableau 8, hors texte présente quelques sondages réalisés sur la coupure Craon et extraits de la Banque de données du sous-sol (BSS ; BRGM).

BIBLIOGRAPHIE

- ALIX Y. (1967) - Contribution à l'étude du synclinal de Martigné-Ferchaud. Étude stratigraphique et essai d'interprétation tectonique du sondage carotté « CO₂ » effectué par la Société des Mines de Fer de Saint-Pierremont à Congrier (Mayenne). DESS, Rennes.
- ALIX Y., CHAUVEL J.J. (1966) - Présence de niveaux calcaireux dans l'Ordovicien inférieur du Massif armoricain. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 1, p. 382-83.
- ANGOT A. (1903-1910) - Dictionnaire historique, topographique et biographique de la Mayenne, 4 vol., Laval, Goupil.

- BALLARD J.F., BRUN J.P., DURAND J. (1986) - La discordance Briovérien-Paléozoïque inférieur en Bretagne centrale : signature d'un épisode de distension ordovicienne. *C.R. Acad. Sci., Paris*, n° 303, p. 1327-1332.
- BALLÈVRE M. (2008) - Structure et évolution du Massif armoricain. Géochronique, numéro spécial « La chaîne varisque », n° 105, p. 29-31. *Soc. Géol. Fr.*, BRGM, Mars 2008.
- BARROIS C. (1897) - Note préliminaire sur le terrain silurien de l'Ouest de la Bretagne. *Ann. Soc. géol. Nord*, 4, p. 38-57.
- BARROIS C. (1899) - Brioverian system in sketch of the geology of Central Brittany. *Proc. Geol. Ass.*, XVI, p. 101-132.
- BERNARD-GRIFFITHS J., PEUCAT J.J., SHEPPART S., VIDAL P. (1985) - Petrogenesis of Hercynian leucogranites from the southern Armorican Massif: contribution of REE and isotopic (Sr, Nb, Pb and O) geochemical data to the study of source rock characteristics and ages. *Earth and Planetary Science Letters*, 74, p. 235-250.
- BERGÈRE M. (1997) - « Un siècle de fer dans le Segréen, la société des mines de fer de Segré », Mines, carrières et sociétés dans l'histoire de l'Ouest de la France. Actes du colloque, Université d'Angers, novembre 1996, *Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest*, t. 104, n° 3, 1997, p. 169-176.
- BERTHÉ D., CHOUKROUNE P., GAPAIS D. (1979) - Quartz Fabrics and Progressive Gneissification of Granites By Simple Shear - Example of the South American Shear Zone. *Bulletin de Minéralogie*, 102 (2-3), p. 265-272.
- BERTHÉ D., CHOUKROUNE P., JEGOUZO P. (1979) - Orthogneiss, mylonite and non coaxial deformation of granites: the example of the South Armorican Shear Zone. *Journal of Structural Geology*, 1(1), p. 31-42.
- BLAVIER É. (1837) - Essai de statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne. 196 p., 1 pl. h.-t., 1 carte couleur, impr. Monneyer, le Mans.
- BLAVIER É. (1837) - Carte géologique du département de la Mayenne.
- BONJOUR J.L. (1988) - Conséquences stratigraphiques des premières données radiométriques concernant l'âge de la transgression paléozoïque en Bretagne centrale. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 307, p. 1651-1654.
- BONJOUR J.L., PEUCAT J.J., CHAUVEL J.J., PARIS F., CORNICHE J. (1987) - A middle Arenigian radiometric age for the Paleozoic transgression in West Brittany (France). *Terra Cognita*, Strasbourg, 7, 2-3 p. 250.
- BOUILLON R. (1984) - « Les Temps préhistoriques », in Salbert J. (DIR.), *La Mayenne, des origines à nos jours*, Saint-Jean-d'Angély, éd. Bordessoules, p. 17-44.
- BOURDILLON C. (1977) - Microfaciès et stratigraphie de 5 échantillons de sédiments de la région de Craon (Mayenne, France). Étude 135/12-07/FR. Société ERADATA, 5 allée des magnolias, 72100 Le Mans, France.

- BRABANT P. (1965) - Contribution à l'étude sédimentologique des formations sableuses aux environs de Ballots et de La Guerche-de-Bretagne. D.E.S. *Sc. nat., univ. Rennes*.
- BROSSÉ R., GUÉRANGÉ B., GUÉRANGÉ-LOZES J., HERROIN Y., HOULGATTE É., MOGUEDET G., PELHÂTE A., ÉTIENNE H., LUTZLER J.M., VAUTRELLE C. (1988) - Notice explicative, carte géol. France (1/50 000), feuille Château-Gontier (391). Orléans : BRGM.
- BUREAU L., OEHLERT D.P. (1895) - Carte géologique de Château-Gontier n° 91. Échelle 1/80 000, 1^{ère} édition.
- CHANTRAINE J. (1989) - Commentaires sur la carte de synthèse du Massif armoricain. Document interne BRGM, non publié.
- 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. *Bull. BRGM, Géologie de la France I*, 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. France*, 1988, (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. Sc., Paris*, t. 243, p. 77-79.
- CHAUVEL J.J. (1968) - Contribution à l'étude des minerais de fer de l'Ordovicien inférieur de Bretagne. Thèse. *Soc. géol. minéral. Bretagne*, Rennes, 1971, n° 16.
- CHAUVEL J.J. (1974) - Les minerais de fer de l'Ordovicien inférieur du bassin de Bretagne-Anjou, France. *Sedimentology*, vol. 21, p. 127-147.
- CHÈVREMONT P. (1983) - Étude pétrologique des formations sédimentaires « briovériennes » et des roches éruptives de la région de Château-Gontier (Mayenne). Étude SGN/GEO-G8310. Rapp. BRGM 83 GEO EP 77, 46 p.
- CLÉMENT J.P., CHANTRAINE J., LIMASSET J.C. (1987) - Notice explicative carte géol. France (1/50 000), feuille Loué (357) - Orléans, BRGM.
- COGNÉ J. (1972) - Le Briovérien et le cycle orogénique cadomien dans le cadre des orogènes fini-cambriens (Agadir-Rabat, 3-23 mai 1970). *Coll. Internat. CNRS*, n° 192.
- DADET P., HERROIN Y., LAVILLE P., PARIS F. (1987) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Bain-de-Bretagne (388) - Orléans, BRGM. Notice explicative par Herroin Y., Dadet P., Guigues J., Laville P., Talbo H. (1989), 82 p.
- DANTON G. (1877) - Historique des mines de fer de l'Anjou, Paris, 1877.

- DAVY L. (1909) - Coupe géologique de l'anticlinal de Châteaubriant. *Bull. Soc. géol. France* (4), 8, p. 663-677, 4 fig.
- DAVY L. (1911) - Les minerais de fer de l'Anjou et du Sud-Est de la Bretagne. *Bull. Soc. ind. minér.*, 4^e sér., t. XIV.
- DELAGE M. (1875) - Étude sur les terrains siluriens et dévonien du Nord du département d'Ille-et-Vilaine. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (3), III, p. 368-385.
- DELAUNAY T., RENAUD V. (2003) - Bassins ferrifères de Normandie et d'Anjou-Bretagne. Phase préliminaire à la réalisation d'une modélisation numérique sur les gisements pentés des bassins ferrifères de Soumont, May-sur-Orne et Segré (Calvados et Maine-et-Loire). DRIRE Basse-Normandie. Rapp. INERIS-DRS-03-49161/R011/23.
- DEUNFF J., CHAUVEL J.J. (1970) - Un microplancton à Chitinozoaires et Acritarches dans des niveaux schisteux du Grès armoricain (Mayenne et Sud de Rennes). *C.R. Somm. Soc. géol. France*, 6, p. 196-198, Paris.
- DOLLFUS G.F. (1921) - Étude paléontologique des marnes oligocènes de Thévalles près Laval (Mayenne). *Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, 2, 1, p. 75-96.
- DORÉ F., LE GALL J., DUPRET L., GIORDANO R., LEBERT A. (1986) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Vilaines-la-Juhel (286). Orléans : BRGM. Notice explicative par Doré F., Dupret L., Le Gall J., Lebert A., Lutzler J.M. (1987), 54 p.
- DURAND J. (1985) - Le Grès armoricain : sédimentologie, traces fossiles, milieux de dépôt. *Mém. Doc. Centre armor. Études struct. socles*, Rennes, n° 3, 150 p.
- DURAND S. (1960) - Le Tertiaire en Bretagne. Étude stratigraphique et tectonique (thèse Rennes). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, Rennes, n° 12, 389 p.
- DURAND S., ESTÉOULE-CHOUX J., OLLIVIER-PIERRE M.F., REY R. (1973) - Découverte d'Oligocène reposant sur du Cénomaniens dans un quartier sud de la ville de Laval (Mayenne). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 276, n° 5.
- ESTÉOULE J., ESTÉOULE-CHOUX J., LOUAIL J. (1968) - La sédimentation cénomaniens et le contact Cénomaniens-Jurassique dans la coupe de Plantagenet (Maine-et-Loire). *C.R. Somm. Soc. géol. France*, Paris, 1968, fasc. 2, p. 40.
- ESTÉOULE-CHOUX J., OLLIVIER-PIERRE M.F. (1986) - Excursions en Bretagne. In « Colloque tectonique, effondrements et remplissages sédimentaires cénozoïques en domaine armoricain » (Rennes, Nantes, 9-13 sept. 1986), fasc. 2, p. 33-50.
- FAUCONNIER D. (2004) - Étude palynologique de 8 échantillons en provenance de la feuille à 1/50 000 de Mayenne. Rapp. interne BRGM n° EPI/ENV/2004 n° 535.

- FAURE M., BÉ MÉZÈME E., DUGUET M., CARTIER C., TALBOT J.Y. (2005) - Paleozoic tectonic evolution of medio-Europa from the example of the French Massif Central and Massif Armoricaïn, *in*: Carosi R., Dias D., Iacopini G., Rosenbaum (Eds.), *The southern Variscan belt*, J. Virtual Explor. 19 (2005) paper 5.
- FLEURY L., CLEMENT J.P., MÉNILLET F., MOGUEDET G., VINCHON C., FARJANEL G. (1989) - Les sables rouges et graviers des plateaux et des karsts du Maine méridional. Étude sédimentologique. *Géologie de la France*, n° 1-2, p. 257-277, 17 fig., 2 pl. photo.
- GAPAIS D., LE CORRE C. (1980) - Is the Hercynian belt of Brittany a major shear zone. *Nature*, 288, p. 574-576.
- GARLAN T. (1985) - Sédimentologie du Briovérien supérieur de Normandie et du Maine. Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Caen, 166 p.
- GORE B., LE CORRE C. (1987) - Cinématique hercynienne du cisaillement nord-armoricain à la bordure du granite syntectonique de Saint Renan-Kersaint (Finistère). *Bull. Soc. Géol. France*, 3 (5), p. 811-819.
- GUÉRANGE J., GUÉRANGE B., CHÈVREMONT P., MARTIN P., SCANVIC J.Y. (1983) - CEA-ANDRA. Stockage de déchets radioactifs en formations géologiques. Région de Château-Gontier (Mayenne). 1^{ère} phase. Géologie. Rapp. BRGM 83 SGN 822 GEO.
- GUÉRANGE J., GUÉRANGE B., CHÈVREMONT P., CORPEL J., DEBEGLIA N., MARTIN P., SCANVIC J.Y., ÉTIENNE H., SEGUIN J.J., COTTEZ S. (1984) - CEA-ANDRA. Stockage de déchets radioactifs en formations géologiques. Région de Château-Gontier (Mayenne). Confirmation des caractéristiques favorables, 1^{ère} phase, 1^{ère} et 2^e parties. Synthèse. Rapp. BRGM 84 SGN 067 GEO.
- GUERROT C., PEUCAT J.P., DUPRET L. (1989) - Données nouvelles sur l'âge du système briovérien (Protérozoïque supérieur dans le nord du Massif armoricaïn). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 308, série II, p. 89-92.
- GUERROT C., CALVEZ J.Y., BONJOU J.L., CHANTRAINE J., CHAUVEL J.J., DUPRET L., RABU D. (1992) - Le Briovérien de Bretagne centrale et occidentale : nouvelles données radiométriques. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 315, p. 1741-1746.
- GUERROT C., THIÉBLEMONT D., ÉGAL E., LE GOFF E., CHANTRAINE J. (1994) - Révision du magmatisme cadomien en Bretagne nord : Géochronologie. *In* « La chaîne cadomienne nord-armoricaine et ses prolongements ». *Séance spéc. Soc. géol. France*, Rennes, 6-7-8 septembre 1994.
- GUIGUES J., DESVISMES P. (1969) - La prospection minière à la batée dans le Massif armoricaïn. Méthodes, résultats, atlas minéralogique. *Mém. BRGM*, n° 71.

- GUMIAUX C. (2003) - Modélisation du cisaillement hercynien de Bretagne centrale : déformation crustale et implications lithosphériques. Thèse université Rennes 1, Géosciences Rennes, 267 p.
- GUMIAUX C., GAPAIS D., BRUN J.P., CHANTRAINE J., RUFFET G. (2004) - Tectonic history of the Hercynian Armorican Shear belt (Brittany, France). *Geodinamica Acta*, 17, 4, p. 289-307.
- HEBERT R. (1993) - Évolution tectonométamorphique d'un arc insulaire au Protérozoïque supérieur : le domaine de Saint-Brieuc (Massif armoricain). *Documents du BRGM*, 228, 356 p.
- HERROIN J.L., PARIS F. (1984) - Découverte de chitinozoaires au sommet de la formation de Traveusot. Intérêt stratigraphique. Réunion RCP 705 « Géodynamique du Massif armoricain », Le Mans, p. 21, inédit.
- HERROIN Y., RABU D., FOURNIGUET J., MARGEREL J.P. (1988) - Carte géol. France (1/50 000) feuille Châteaubriand (389). Orléans : BRGM. Notice explicative par Herroin Y., Rabu D., Chantraine J., Chauvel J.J., Étienne H. (1990), 51 p.
- HERROIN Y., RABU D., CHANTRAINE J., CHAUVEL J.J., ÉTIENNE H. (1990) - Notice explicative carte géol. France (1/50 000) feuille Châteaubriand (389). Orléans : BRGM.
- HOULGATTE É., LE HÉRISSÉ A., PELHÂTE A., ROLET J. (1988) - Évolution géodynamique du bassin carbonifère de Laval. *Géologie de la France*, vol. 1, p. 27-46.
- JANJOU D., GRUET G., PÉNECKI C. (1998) - Carte géol. France (1/50 000) feuille Segré (422). Orléans : BRGM. Notice explicative par Janjou D., Lardeux H., Chantraine J., Callier L., Étienne H. (1998), 68 p.
- JÉGOUZO P. (1980) - The South Armorican Shear Zone. *Journal of Structural Geology*, 2 (1-2), p. 39-47.
- KERFORNE F. (1915) - Étude géologique de la région silurienne de Châteaubriant (Loire inférieure). *Bull. Soc. géol. Fr.* (4), 15, p. 191-211.
- KERFORNE F. (1919) - Étude technique de la région silurienne du Sud de Rennes (nappe de la Villaine). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 139, p. 125-162.
- KERFORNE F. (1923) - Le Briovérien du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. miner. Bretagne*, IV, 1, p. 123-132.
- LAUTRIDOU J.P. (2002) - Les argiles fini-tertiaires de Saint-Gilles-des-Marais (Domfrontais, Orne). *Bull. Soc. Linn. Normandie*, vol. 118, p. 39-41.
- LE CORRE C. (1969) - Contribution à l'étude géologique des synclinaux du Sud de Rennes, Massif armoricain). Thèse 3^e cycle, Orsay, 116 p.
- LE CORRE C. (1976) - Évolution structurale et métamorphique du Briovérien et du Paléozoïque de Bretagne centrale. Thèse Univ. Rennes.

- 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., DEUNFF J. (1969) - Sur la présence d'acritarches au sommet des schistes de l'Ordovicien moyen du Sud de Rennes. *Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 1, 1, p. 45-48.
- LE CORRE C., AUVRAY B., BALLÈVRE M., ROBARDET M. (1991) - Le Massif armoricain. *Sci. géol. Bull.*, 44, 1-2, p. 31-103, Strasbourg, 1991.
- LE GALL J. (1999) - Les dolérites et basaltes tholéïtiques du domaine nord-est armoricain. *Géologie de la France*, n° 4, p. 3-26, 15 fig., 5 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.
- LE GALL J., MAURIZOT P. (1998) - Carte géologique France (1/50 000), feuille Sillé-le-Guillaume (321). Orléans : BRGM. Notice explicative par Le Gall J., Maurizot P., Lautridou J.P., Giordano R., Gaillard C. (1998).
- LE HÉRISSÉ A., PLAINE J. (1982) - Volcanisme basique dans le Carbonifère inférieur du synclinorium de Laval (Massif armoricain, France). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, vol. 294, p. 1199-1202.
- LEROUX G. (1990-1991) - Prospection inventaire dans le bassin oriental de la Vilaine et ses marges. Mayenne (rapport dactyl., Service Régional de l'Archéologie des Pays de la Loire).
- LOISLARD M. (2004) - Ardoisières de « La Rivière ». Cartographie de l'aléa lié aux exploitations d'ardoise sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet (Mayenne). Rapp. BRGM, RP-53192-FR.
- LOUAIL J., MORZADEC P., LE HÉRISSÉ A., BROSSÉ R., JUIGNET P., GIORDANO R., DURAND J. (1988) - Carte géol. France (1/50 000), feuille la Flèche (392) - Orléans : BRGM. Notice explicative par Louail J., Morzadec P., Le Hérisse A., Brossé A., Moguedet G., Étienne H. (1989), 38 p.
- MACHAIRAS G. (1970) - Les minéralisations aurifères de Château-Gontier et Craon (Mayenne-Massif armoricain). BRGM, SGN, rapport 70 SGN 337 GIT.
- MARY G., LE GALL J. (1985) - Le Dinantien basal du flanc nord du bassin de Laval à Argentré : volcanites basiques et formations volcano-sédimentaires. *Hercynica*, vol. 1, n° 2, p. 155-163.
- MARY G., GIORDANO R. (1987) - Carte géologique France (1/50 000), feuille Évron (320). Orléans : BRGM. Notice explicative par Mary G., Giordano R. (1989).
- MANIGAULT B., MÉNILLET F., PLAINE J., LE HÉRISSÉ A., LIGOUIS B., LANGEVIN C. (1987) - Carte géol. France (1/50 000) feuille Meslay-du-Maine (356). Orléans : BRGM. Notice explicative par Ménillet F., Plaine J., Manigault B., Le Hérisse A. (1988).

- MASSIEU, LORIEUX, DUROCHER (1866) - Carte géologique du département d'Ille-et-Vilaine.
- MÉNILLET F., PLAINE J., MANIGAULT B., LE HÉRISSÉ A. (1988) - Notice explicative Carte géol. France (1/50 000) feuille Meslay-du-Maine (356). Orléans : BRGM.
- MEURET J.C. (1993) - Peuplement, pouvoir et paysage sur la marche Anjou-Bretagne (des origines au Moyen-Âge), la Mayenne : Archéologie, Histoire, supplément n° 4, *Société d'Archéologie et d'Histoire de la Mayenne*, Laval.
- MONTMARIN DE, LECHATTELLIER, CACARRIÉ (1845) - Description géologique du département de Maine-et-Loire. Impr. Cosnier et Lachèse, Angers. 100 p., 1 pl.
- MORZADEC P., PELHÂTE A., PARIS F., PLAINE J. (1979) - Stratigraphie du Paléozoïque du Massif armoricain. XXVI^e congrès géologique international, Paris, excursion B05., *Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne*, C, XI, 1-2, p. 183-191, Rennes.
- MULOT B. (1973) - Inventaire des gisements à zircon et titane de la Bretagne centrale, Basse Normandie, et Pays de la Loire. BRGM, Rapp. DAM/DL/Nantes.
- NAVEAU J. (1992) - La Mayenne, Carte archéologique de la Gaule, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres et Ministère de l'Éducation et de la Culture (coll. Carte archéologique de la Gaule).
- NAVEAU J. (1998) - Le chasseur, l'agriculteur et l'artisan, Guide du musée archéologique départemental de Jublains, Conseil général de la Mayenne.
- OLLIVIER-PIERRE M.F. (1963) - Le Tertiaire des environs de Laval. *Bull. Mayenne Sciences*, p. 24-31.
- OLLIVIER-PIERRE M.F., RIVELINE J., LAUTRIDOU J.P., CAVELLIER C. (1988) - Le fossé de Céaucé (Orne) et les bassins ludiens (Éocène supérieur) de la partie orientale du Massif armoricain : sédimentologie, paléontologie ; intérêts stratigraphique, paléogéographique et tectonique. *Géologie de la France*, 1, p. 51-60.
- OLLIVIER-PIERRE M.F., MAUPIN C., ESTÉOULE-CHOUX J., SITTLER C. (1993) - Transgression et paléoenvironnement à l'Oligocène en Bretagne (France). Sédimentologie, micropaléontologie, palynologie, et palynofaciès du Rupélien du bassin de Rennes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 103, p. 223-250.
- PARIS F. (1981) - Les Chitinozoaires dans le Paléozoïque du Sud-Ouest de l'Europe. (Cadre géologique - étude systématique - biostratigraphie). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, Rennes, n° 26, 412 p.
- PARIS F., SKEVINGTON D. (1979) - Présence de graptolites de l'Arénig moyen à la base de la Formation de Postolonnec (Massif armoricain), conséquences stratigraphiques et paléogéographiques. *Géobios*, n° 12, 6, p. 907-911.

- PARIS F., ROBARDET M., DURAND J., NOBLET C. (1982) - The Lower Ordovician transgression in southwestern Europe. *Paleont. Contrib. Univ. Oslo*, 280, p. 41.
- PARIS F., ROBARDET M., DABARD M.P. (1986) - Les milieux noirs du Paléozoïque inférieur armoricain dans leur contexte nord-gondwanien. *Documents du BRGM*, n° 110, p. 259-275.
- PEUCAT J.J., CHARLOT R., MIFDAL A., CHANTRAINE J., AUTRAN A. (1979) - Définition géochronologique de la phase bretonne en Bretagne centrale. Étude Rb/Sr de granites du domaine centre-armoricain. *Bull. BRGM*, 1, 4, p. 349-356.
- PLAINE J. (1976) - La bordure sud du synclinorium paléozoïque de Laval (Massif armoricain). Stratigraphie-volcanisme-structure. Thèse 3^e cycle, univ. Rennes, 212 p.
- PROVOST M. (1988) - Le Maine-et-Loire, Carte archéologique de la Gaule, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres et Ministère de l'Éducation et de la Culture (coll. Carte archéologique de la Gaule).
- PUZENAT L. (1939) - La sidérurgie armoricaine, son histoire et la géologie des gisements de fer armoricains. Tome IV, *Mém. Soc. Géol. Bretagne*, Rennes.
- RAGUIN É. *et al.* (1967) - Carte géologique de Château-Gontier (1/80 000). 3^e édition.
- ROBARDET M. (2003) - An alternative approach to the Variscan Belt in SW Europe the pre-orogenic paleobiogeographical constraints. In "Variscan-Appalachian Dynamics: the building of the Upper Paleozoic Basement" J.R. Martinez Catalan, R.D. Hatcher, R. Arenas, F. Dias Garcia Eds. *Geol. Soc. America*, Special Paper.
- ROUAULT M. (1851) - Note préliminaire sur une nouvelle formation (étage du Grès armoricain) découvert dans les terrains siluriens de la Bretagne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), 7, p. 724-744.
- SAFA P. (1980) - L'amas sulfuré de Rouez (Sarthe). Thèse 3^e cycle, Univ. P. et M. Curie, Paris VI, 246 p.
- SAGON J.P., CHAKER M., DEWULF P., FLOC'H J.P., MALÉCHAUX L., QUINTIN M., SANTALLIER D. (1985) - L'or alluvionnaire du massif armoricain et du Limousin (France) : source et processus. *Chron. rech. min.*, n° 479, p. 35-50.
- TRAUTMANN F. (1994) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Janzé (353). Orléans : BRGM. Notice explicative par Trautmann F., Becq-Giraudon J.F., Carn A. (1994), 74 p.
- TRAUTMANN F., CLÉMENT J.P., CHÈVREMONT P. (1997) - Carte géol. France (1/50 000), feuille La Guerche-de-Bretagne (354). Orléans : BRGM. Notice explicative par Trautmann F., Carn A. (1997), 65 p.

- TRAUTMANN F., PARIS F. (2000) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Rennes (317). Orléans : BRGM. Notice explicative par Trautmann F., Paris F., Carn A. (2000), 85 p.
- VASQUEZ-LOPEZ R., SOLÈRE B. de, VAUCORBEIL H. de (1985) - Inventaire du territoire métropolitain. Les minéralisations aurifères de Vieuville (Mayenne). État des connaissances au 31 janvier 1985. BRGM, rapport n° 85 RDM 011 FE.
- VAUCORBEIL H. de (1968) - Mission Anjou. Rapport d'activité mensuel. Indice Pb, Cu, Zn de Renazé (Mayenne). Note manuscrite BRGM DAM/DL/ Nantes.
- VAUCORBEIL H. de (1973) - Recherches de gîtes primaires aurifères dans l'anticlinal briovérien de Château-Gontier. Ille-et-Vilaine – Mayenne (1968-1972). Rapp. BRGM, inédit.
- VAUCORBEIL H. de (1985) - Inventaire du territoire métropolitain. Vieuville-lès-Miaules (Mayenne) (minéralisations aurifères). Rapp. BRGM, DAM, Direction locale Nantes. Prospects du Coudreau et de Saint-Fort (Mayenne) (minéralisations aurifères). Rapp. BRGM, DAM, Direction locale Nantes.
- VAUCORBEIL H. de (1986) - Inventaire du territoire métropolitain. Les prospects de la Selle-Guerchaise, la Selle-Craonnaise et Chatelain. District aurifère de Château-Gontier. Ille-et-Vilaine-Mayenne. Rapp. BRGM, Direction locale des activités minières de Nantes.
- VERNHET Y., DHELLEMMES R., DORÉ F., ENOUF C., LAUTRIDOU J.P., VERRON G. (1996) - Carte géologique France (1/50 000), feuille Domfront (249). Orléans : BRGM. Notice explicative par Vernhet Y., Doré F., Lautridou J.P., Talbot E., Verron G., Dhellemmes R., Enouf C. (1995).
- VERNHET Y., LEROUGE G., BESOMBES J.C., LE GALL J., GIGOT P. (2009) - Carte géologique France (1/50 000), feuille Mayenne (285), Orléans : BRGM. Notice explicative par Vernhet Y., Lerouge G., Besombes J.C., Le Gall J., Gigot P., Pivette B., Thieblemont D. (2010).
- VERNHET Y., PLAINE J., TRAUTMANN F., CLÉMENT J.P. (2009) - Carte géologique France (1/50 000), feuille Cossé-le-Vivien (355). Orléans : BRGM. Notice explicative par Vernhet Y., Plaine J., Trautmann F., Pivette B., Chèvremont P., Bourdillon C. (2009).
- VIDAL P. (1980) - L'évolution polyorogénique du massif armoricain. Apport de la géochronologie et de la géochimie isotopique du strontium. *Mém. Sc., géol., minéral., Bretagne*, 1 vol., 163 p.
- VIGNERESSE J.L. (1986) - La fracturation post-varisque du Massif armoricain d'après les données géophysiques. Colloque « Tectonique, effondrements et remplissages sédimentaires cénozoïques en domaine armoricain ». Rennes, Nantes, 9-13 sept. 1986.

- VINCENT M., MATHON C. (2000) - Cartographie des anciennes exploitations souterraines d'ardoise à Renazé (Mayenne) en vue de la révision du Plan d'Occupation des Sols de la commune. Rapp. BRGM, RP-50435-Fr
- VOGT J., CADIOT B., DELAUNAY J., FAURY G., MASSINON B., MAYER-ROSA D., WEBER C. (1979) - Les tremblements de terre en France. *Mém. BRGM*, n° 96, 220 p., 1 carte h.-t.
- WYNS R. (1991) - Évolution tectonique du bâti armoricain oriental au Cénozoïque d'après l'analyse des paléosurfaces continentales et des formations géologiques associées. *Géologie de la France*, n° 3, p. 11-42, 26 fig.

SITES INTERNET CONSULTÉS

Sites d'associations ou de sociétés

- www.membres.multimania.fr/fersegreen ;
- www.ardoise.free.fr ;
- www.laminebleue.com ;
- www.pagesperso-orange.fr/mines.de.fer.segreen ;
- www.fr.wikipedia.org.

Sites institutionnels

- www.cg49.fr ;
- www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr ;
- www.drire.gouv.fr ;
- www.noyantlagravoyere.fr ;
- www.ville-craon53.fr ;
- www.pedagogie.ac-nantes.fr ;
- www.patrimoine-de-france.org ;
- www.bdcavite.net ;
- www.sisfrance.net ;
- www.paysages.mayenne.pref.gouv.fr ;
- www.culture.gouv.fr/public/mistral/merimee.fr.

AUTEURS DE LA NOTICE ET DE LA CARTE

La notice

Les différents chapitres de cette notice ont été rédigés par Y. Vernhet, ingénieur géologue au BRGM, à l'exception des parties « Ressources en eau »

et « Préhistoire, protohistoire et antiquité gallo-romaine » écrites par B. Pivette, ingénieur-hydrogéologue consultant, installé à Brecé (Mayenne).

Études spécialisées

- Pétrographie socle : le faciès granitique de Craon a été étudié en 1983 par P. Chèvremont, ingénieur géologue au BRGM ;
- Microfaciès et stratigraphie : les sables et graviers tertiaires ont été examinés en 2007 par C. Bourdillon (société ERADATA, 170, avenue Félix Geneslay, 72100 Le Mans).

La carte

Les levés de l'ensemble des terrains figurant sur cette carte ont été réalisés par Y. Vernhet entre janvier 2008 et novembre 2009.

ANNEXE

ANNEXE I

Microfaciès et stratigraphie de cinq échantillons de sédiments de la région de Craon (Mayenne, France). Étude 135/12-07/FR. C. Bourdillon, société ERADATA, le Mans, France.

Dans cette annexe sont présentés les résultats des études réalisées en 2007 par C. Bourdillon (société Eradata) sur cinq échantillons prélevés dans les sables et graviers de la région de Craon. Ces prélèvements ont été effectués à différents niveaux dans le front de taille de la sablière en exploitation de « Bel-Air » (groupe Lafarge). Cette exploitation est située à quelques kilomètres à l'Ouest de Château-Gontier sur la route de Craon.

Description des échantillons prélevés (Y. Vernhet)

- échantillon Bel-Air 1 : sable à graviers-galets roux, avec matière noire (charbon, M.O ?) libre ou en enduits sur les galets, prélevé à 5 m du sommet du front de taille ;
- échantillon Bel-Air 2 : sable à graviers-galets argileux avec argile grise prélevé à 4 m du sommet du front de taille ;
- échantillon Bel-Air 3 : lentille argileuse grise (dans le front de taille) ;
- échantillon Bel-Air 4 : argile verte à jaunâtre de base (altérites de siltites briovériennes ou argiles post-altérites ?) prélevée à la base du front de taille (environ 7 m sous le toit) ;
- échantillon Bel-Air 5 : argile verte à jaunâtre de base prélevée à la base du front de taille (environ 7 m sous le toit). Restes de végétaux (?) et de faune (?)

Rappel : proportion en argiles des « sables » mesurée à 20 % d'après l'exploitant.

Principaux résultats de l'étude (C. Bourdillon)

Les faciès

Après élimination de la fraction argileuse, tous les échantillons sont sableux, de la classe des arénites, ou rarement plus grossiers, de la classe des rudites. Dans ces résidus de lavage détritiques, il ne reste que des grains surtout quartzeux ou parfois quelques petits galets. Tous les dépôts sont altérés.

Biostratigraphie

Aucun microfossile ou bioclaste, calcaire ou siliceux, n'a été trouvé malgré une recherche sur tris méticuleux. Un test palynologique effectué sur le prélèvement Bel Air 1 - feuille Craon s'est également avéré stérile, probablement à cause de la forte altération du dépôt. Aucun indice

biostratigraphique n'a donc pu être déduit. Cette matière organique évoluée et très oxydée provient probablement de l'altération des séries du Paléozoïque.

Paléoenvironnements

Absolument aucun micro-organisme ou bioclaste de milieu marin autochtone ou remanié n'a été décelé dans les prélèvements étudiés.

Certains des faciès paraissent d'origine continentale, de domaine deltaïque ou peut-être estuarien, parfois fluvatile. Mais les faciès d'origine sont presque totalement effacés à cause d'une forte altération et de la destruction ou absence quasi-totale de carbonates. Notons qu'une fraction notable de grains de quartz détritiques d'origine marine est présente dans tous les échantillons mais ils sont hérités de séries littorales anciennes érodées.

Conclusion

Ces échantillons très altérés, azoïques, constitués surtout de grains détritiques de quartz ne sont pas caractérisables par biostratigraphie, toutes spécialités confondues. Les paléoenvironnements étaient probablement continentaux, en partie fluvatiles, mais la forte altération masque les faciès d'origine. Certains microfaciès sont même assimilables à des altérites.

Échantillon BEL-AIR 1

Constituants

Résidu de lavage ocre, grossier, à galets.

Lithophase :

- abondante fraction grossière, de la classe des rudites de petits galets jusqu'à 2,5 cm (environ 60 % du refus de tamis) de quartzite et quartzarénite ;
- importante fraction détritique de quartz de la classe des arénites sub-anguleux à arrondis, très choqués et d'aspect sale ;
- débris ligniteux assez communs ;
- rares grains de minéraux opaques ;
- quelques grains de quartz avec enduit de type bitumineux.

Biophase :

Eucaryotes

- **Végétaux** (algues, pollens...) : un test palynologique sur la matière organique extraite des débris ligniteux et enduits bitumineux s'est avéré stérile.

Foraminifères

- planctoniques : absents ;

– benthiques : absents.

Radiolaires : absents.

Métazoaires : absents.

Biostratigraphie

Absence de critère.

Milieu de dépôt, paléoenvironnement : continental, faciès confiné de milieu deltaïque ou bien faciès d'altération d'un sédiment continental fluviatile ? La matière organique étant très évoluée provient probablement de l'érosion de sédiments du Paléozoïque, avec une forte oxydation secondaire.

Échantillon BEL-AIR 2

Constituants

Résidu de lavage grossier beige.

***Lithophase* :**

- fraction grossière constituée de petits galets (jusqu'à 2 cm) à patines diverses (blanc, gris, ocre, jaune...) très recristallisés (quartzarénite et quartzite) de la classe des rudites (granulés et graviers) et composant 60 % du résidu total ;
- fraction arénitique constituée de grains de quartz détritiques anguleux à émoussés luisants (environ 30 %) ;
- petite fraction de grains de quartz silteux ;
- petits débris siliceux ou silicatés avec patine rouille assez communs ;
- quelques débris pyriteux et ferro-magnésiens ;
- rares grains de minéraux opaques.

***Biophase* :**

Eucaryotes

Algues : absentes.

Foraminifères

- planctoniques : absents ;
- benthiques : absents ;

Radiolaires : absents.

Métazoaires : absents.

Biostratigraphie

Absence de critère.

Milieu de dépôt, paléoenvironnement : continental probablement dès l'origine, deltaïque ? fluviatile ? estuarien ? avec altération secondaire.

Échantillon BEL-AIR 3

Constituants

Résidu de lavage finement sableux, blanchâtre.

Lithophase

- Exclusive ; accumulation de petits grains détritiques de quartz fins :
- anguleux à émoussés luisants à surface finement piquetée, soit translucides à transparents, soit d'aspect plus laiteux, abondants ;
 - fraction de quartz silteux anguleux très importante (environ 40 % du total) ;
 - quelques rares grains de minéraux opaques.

Biophase

Eucaryotes

Algues : absentes.

Foraminifères

- planctoniques : absents ;
- benthiques : absents.

Radiolaires : absents

Métazoaires : absents.

Biostratigraphie

Absence de critère.

Milieu de dépôt, paléoenvironnement : continental probablement dès l'origine, deltaïque ? fluviatile ? estuarien ? avec altération secondaire.

Échantillon BEL-AIR 4

Constituants

Rare résidu de lavage beige verdâtre.

Lithophase :

- abondants débris non délités d'argile feuilletée silteuse beige à reflets verdâtres ;

- grains détritiques de quartz anguleux à émoussés luisants, avec nombreuses traces de choc, parfois avec aspect sale (imprégnation d'argile rouille dans les micro-cavités), de la classe des arénites ;
- grains détritiques de quartz anguleux très altérés (et feldspath ?) plus fins anguleux très altérés (base de la classe des arénites et classe des silts) ;
- débris limonitiques ocre à rouille assez communs ;
- débris argileux ocre à rouille avec quelques imprégnations, ligniteux plus rares ;
- quelques rares micro-agrégats de microcristaux de pyrite ;
- quelques micro-débris sombres d'encroûtements et nodules ferrugineux ;
- très rares grains de minéraux opaques.

Biophase :

Eucaryotes

Algues : absentes.

Foraminifères

- planctoniques : absents ;
- benthiques : absents.

Radiolaires : absents

Métazoaires : absents.

Biostratigraphie

Absence de critère.

Milieu de dépôt, paléoenvironnement : probable faciès d'altération d'un sédiment indéterminé.

Échantillon BEL-AIR 5

Constituants

Résidu de lavage ocre.

Lithophase :

- très abondants débris non délités d'argilite feuilletée, un peu silteuse (siltite micacée ?) à patine ocre (environ 80 % du résidu) ;
- fréquents grains de quartz détritiques de la classe des arénites sub-anguleux, d'aspect sale à émoussés luisants (environ 10 % du résidu) ;
- grains de quartz silteux anguleux plus rares (moins de 3 % du résidu) ;
- débris ligniteux relativement communs altérés (lessivage probable) ;
- débris phyllo-silicatés altérés indéterminés ;

– quelques grains de minéraux opaques.

Biophase

Eucaryotes

Algues : absentes.

Foraminifères

– planctoniques : absents ;

– benthiques : absents.

Radiolaires : absents.

Métazoaires : absents.

Biostratigraphie

Absence de critère.

Milieu de dépôt, paléoenvironnement : probable faciès d'altération d'un sédiment indéterminé.

N° BSS	Commune Lieu-dit	Objet de la recherche	X Lambert II	Y Lambert II	Z en m	Débit et cote eau	Profondeur fin de passe	Description des terrains
3901X0007	Bouchamps- lès-Craon la Bénédaï	Eau	350,450	2 315,481	84,00	Débit instantané : 8 m³/h	4,00	Schistes probablement altérés (F. de Riadan-Renazé ; Ordovicien)
							70,00	Schistes altérés à sains (F. de Riadan-Renazé ; Ordovicien)
3901X0008	Bouchamps- lès-Craon la Ménardière	Eau	348,755	2 316,271	89,00	Débit instantané : 8 m³/h	21,00	Grès siliceux blanc (Silurien)
							25,00	Schistes (F. de Riadan-Renazé ; Ordovicien)
							64,00	Schistes noirs (F. de Riadan-Renazé ; Ordovicien)
3901X0016	La Selle- Craonnaise le Petit-Saint- Amadour	Eau	348,678	2 320,790	85,00	Eau : entre 35 et 40 m. Débit : 1,50 m³/h	0,5	Quaternaire : terre végétale
							2,00	Argile : altérites très évoluées des siltites briovériennes probables
							9,00	« Schistes terreux » : altérites des terrains briovériens
							60,00	Schistes gris-foncé : siltites du Briovérien
							75,00	Schistes gréseux gris : siltites grossières, grès-quartzites briovériens
3901X0020	Saint-Martin- du-Limet la Mésangère	Eau	349,455	2 318,732	0,00 (n.p)		0,5	Quaternaire : terre végétale
							12,00	« Argile jaune avec quartz » : altérites du Paléozoïque avec éléments de Grès armoricain probable
							20,00	« Schistes gris » : F. de Pont-Réan altérée ? (Ordovicien)
							60,00	« Schistes plus gréseux » : F. de Pont-Réan (Ordovicien)
3902X0027	Craon commerce Super U-Rte de Niaflès	Eau	352,517	2 321,138	62,00	Débit instantané : 5 à 6 m³/h	2,00	Quaternaire : terre végétale
							14,00	Altérites argileuses du Briovérien
							38,00	Siltites briovériennes
							80,00	Grès-grauwackes (calcaires ?) briovériens
3902X0029	Craon la Chaussée- aux-Moines	Eau	353,357	2 321,072	50,00	Débit instantané : 49 m³/h	1,00	Quaternaire : terre végétale
							3,00	Argile : altérites briovériennes évoluées
							46,00	« Grès briovériens » : alternances silto-gréseuses briovériennes à dominante gréseuse
							150,00	« Schiste » : alternances silto-gréseuses à dominante silteuse
3902X0045	Craon rue Flandres- Dunkerque	Géothermie	354,605	2 321,972	0,00 (n.p)		8,00	« schistes marrons » : altérites silteuses du Briovérien
							12,00	« Schistes noirs assez tendres » : siltites altérées du Briovérien
							100,00	« Schistes gris assez durs » : siltites et grès en alternance probable
3903X0014	Laigné le Grand- Romforts	Eau	360,610	2 319,905	57,00	Débit instantané : 50 m³/h	1,00	Argiles d'altération (siltites briovériennes altérées)
							13,00	« Schistes » : siltites du Briovérien
							52,00	Grès-grauwackes du Briovérien

N° BSS	Commune Lieu-dit	Objet de la recherche	X Lambert II	Y Lambert II	Z en m	Débit et cote eau	Profondeur fin de passe	Description des terrains
3903X0016	Mée le Grand- Latay	Eau	359,780	2 316,153	72,00	Débit instantané : 6 m³/h	2,00	Quaternaire Terre végétale
							8,00	« Schistes » : siltites du Briovérien
							50,00	« Schistes » : siltites du Briovérien
3903X0017	Mée	Eau	359,905	2 316,677	62,00	Débit instantané : 5 m³/h	2,00	Altérites argileuses
							50,00	Décrit en « schistes ». Siltites avec éventuellement passages gréseux
3903X0018	Craon Boutigné	Eau	357,883	2 323,151	63,00	Arrivée d'eau de 48 à 50 m. 5 m³/h	0,5	Quaternaire Terre végétale
							4,00	« Schistes terreux » : altérites de siltites du Briovérien
							30,00	« Schistes gris durs » : siltites (+ grès ?)
							70,00	Schistes gris-fonçés gréseux : grès-grauwackes (+ siltites ?)
3903X0021	Pommerieux la Bouverie	Eau	359,497	2 320,053	47,00	Débit instantané : 40 m³/h	1,00	Quaternaire Terre végétale
							3,00	Argiles grises : altérites du Briovérien
							60,00	« Schistes » : siltites dominantes avec possibilité de passages gréseux (?)
3904X0001	Bazouges la Plaine	Eau AEP	367,140	2 318,740	91,00	Eau à 5,60 m	0,4	Quaternaire Terre végétale
							2,20	Cénomano-Pliocène : argile rouge sableuse et graveleuse avec veines argileuses
							5,90	Cénomano-Pliocène : sable roux, très argileux et graveleux
							7,35	Cénomano-Pliocène : sable jaune-orangé, argileux et relativement fin
							11,60	Cénomano-Pliocène : sable jaune, siliceux et de bonne granulométrie
							14,50	Cénomano-Pliocène : sable jaune, fin et argileux
							15,00	Cénomano-Pliocène : argile sableuse de couleur marron-foncé à rougeâtre
							17,00	Argile « lie de vin » : altérites du Briovérien silteux ?; avec conglomérats calcaires (?)
3904X0030	Laigné la Plaine, forêt de Valles	Géologie	366,940	2 319,040	85,00		1,00	Cénomano-Pliocène : sable grossier
							1,50	Cénomano-Pliocène : sable grossier
							3,20	Cénomano-Pliocène : sable fin et sable argileux
							3,80	Cénomano-Pliocène : sable grossier et sable argileux
							6,80	Cénomano-Pliocène : sable fin et sable argileux
							7,00	Cénomano-Pliocène : argile
							9,70	Cénomano-Pliocène : sable fin et sable argileux
							14,00	Cénomano-Pliocène : sable grossier
							15,70	Argile : passage aux altérites argileuses du Briovérien probable
							17,00	Schistes : siltites du Briovérien altérées

N° BSS	Commune Lieu-dit	Objet de la recherche	X Lambert II	Y Lambert II	Z en m	Débit et cote eau	Profondeur fin de passe	Description des terrains
3904X0031	Laigné la Plaine, forêt de Valles	Géologie	367,000	2 319,160	86,00		2,00	Cénomano-Pliocène : sable fin légèrement argileux
							4,00	Cénomano-Pliocène : sable grossier argileux
							5,00	Cénomano-Pliocène : sable grossier argileux avec lentilles d'argiles
							10,50	Cénomano-Pliocène : sable grossier argileux
							12,00	Cénomano-Pliocène : argile beige avec petits lits de sable fin
							15,00	Cénomano-Pliocène : sable plus ou moins argileux
							16,00	Argile bleue à graviers de quartz anguleux : passage aux altérites des siltites briovériennes probable
							17,00	Siltites briovériennes altérées
3904X0033	Laigné Launay	Matériaux	365,970	2 318,330	88,00	Eau à 4,80 m	1,00	Quaternaire : terre végétale et limons sableux
							1,50	Cénomano-Pliocène : sable grossier argileux avec quelques éléments graveleux
							2,30	Cénomano-Pliocène : grave sablo-argileuse avec éléments quartzeux arrondis de 10 à 15 cm de long
							5,00	Cénomano-Pliocène : sable argileux assez grossier avec quelques quartzs, passant à un sable plus fin puis plus grossier
							5,70	Cénomano-Pliocène : sable assez fin argileux et micacé jaunâtre et feldspathique. Annonce du substratum briovérien
3904X0035	Chemazé les Roseraies	Matériaux	368,480	2 316,470	88,00	Pas d'eau	0,80	Actuel : remblai du chemin
							1,30	Cénomano-Pliocène : grave à éléments roulés de quartz blanc et matrice sablo-argileuse
							2,40	Cénomano-Pliocène : sables rouges grossiers
							3,20	Cénomano-Pliocène : grave argileuse
							4,10	Cénomano-Pliocène : sable argileux ocre consistant
							5,70	Cénomano-Pliocène : sable peu argileux, jaune-clair et plus fin, puis sable et argile
3904X0043	Chemazé forêt de Valles, bois des Mazeries	Eau	367,620	2 315,780	83,00	Débit maximum : 0,25 l/s	0,20	Quaternaire : terre végétale
							4,50	Cénomano-Pliocène : sable
							5,50	Cénomano-Pliocène : sable argileux
							10,30	Cénomano-Pliocène : sable
							12,00	Cénomano-Pliocène : argile sableuse
							12,30	Argile : altérites ? . Passage présumé aux altérites du Briovérien
							17,70	Argile : altérites du Briovérien ?
3904X0051	Ampoigné Bel-Air	Eau	365,960	2 317,950	89,00	5,4 m³/h	9,00	Cénomano-Pliocène : sable
							37,00	Cénomano-Pliocène : sable. Épaisseur très importante par rapport à ce qui est connu localement. Retombées possibles de sables et graviers lors du forage ?
							55,00	siltites du Briovérien, altérées dans la partie supérieure
3904X0052	Ampoigné la Brûlerie	Eau	346,872	2 318,249	80,00	Débit instantané : 6 m³/h	9,00	Cénomano-Pliocène : sable
							50,00	Siltites et grès du Briovérien, avec partie supérieure certainement altérée et argilisée

N° BSS	Commune Lieu-dit	Objet de la recherche	X Lambert II	Y Lambert II	Z en m	Débit et cote eau	Profondeur fin de passe	Description des terrains
3908X0014	Montguillon la Godelière (ou Godellerie)	Eau	367,816	2 309,705	66,00	Arrivée d'eau de 60 à 65 m. Débit : 9 m³/h	0,5	Quaternaire : terre végétale
							4,00	Argile sablonneuse : altérites du Briovérien
							7,00	« Schiste terreux » : siltites altérées du Briovérien
							20,00	Grès tendre gris : grès altéré du Briovérien (+ siltites ?)
							75,00	Grès gris sain (+ siltites ?)
3908X0034	Chemazé le Verger	Géothermie	365,225	2 312,876	0,00 (n.p)		6,00	Argile : altérite argileuse du Briovérien
							37,00	Schiste noir tendre : siltites du Briovérien altérées
							60,00	Schiste noir mi-dur avec passages faillés à 40 m, 48 m et 57 m : siltites saines du Briovérien

N° BSS	Commune Lieu-dit	Objet de la recherche	X Lambert II	Y Lambert II	Z en m	Débit et cote eau	Profondeur fin de passe	Description des terrains
3904X0055	Bazouges le Bignon	Eau	368,788	2 318,267	85,00	Débit instantané : 6 m ³ /h	7,00	Cénomano-Pliocène : sable
							52,00	« Schistes » : alternance probable de siltites et grès avec dominante silteuse. Partie supérieure normalement altérée, argilisée.
3904X6008	Château- Gontier la Plaine	Eau	367,083	2 318,650	90,50	Débit instantané : 1,6 m ³ /h	0,50	Quaternaire : terre végétale
							19,00	Cénomano-Pliocène : sable
							101,00	« Schistes » : siltites du Briovérien, certainement altérées et argilisées dans la partie supérieure
							120,00	siltites et grès du Briovérien
3905X0009	Grugé- L'Hopital la Métairie- du-Bourg	Eau	346,720	2 311,510	60,00	Débit : 2,7 m ³ /h	14,00	« Schistes beiges » : siltites altérées du Briovérien
							22,00	« Schistes gris tendres » : siltites altérées du Briovérien
							46,00	« Schistes gris durs » : siltites et/ou grès (Briovérien)
3906X0040	Bouillé- Ménard les Palluelles	Eau	352,970	2 307,960	93,00	Eau à 23,00 m	80,00	Grès siliceux : membre gréseux inférieur du Grès armoricain (Ordovicien- Arenig)
3906X0142	Bel-Air-de- Combrée rue du Vert- Coteau	géothermie	350,423	2 306,302	90,00		0,50	Quaternaire : terre végétale
							100,00	Ardoise (formation d'Angers - Traveusot ; Ordovicien)
3906X0144	Bouillé- Ménard la Saulnerie	Géothermie	350,358	2 309,962	65,00		1,00	Quaternaire : terre végétale
							17,00	Schistes tendres : siltites du Briovérien altérées
							24,00	Schistes durs fracturés : siltites du Briovérien fracturées
							40,00	Schistes durs : siltites du Briovérien
							60,00	Schistes fracturés : siltites du Briovérien fracturées
							80,00	Schistes très durs : siltites (ou grès-quartzites ?) du Briovérien
3907X0013	Saint- Quentin-les- Anges le Haut- Plessis	Eau	361,200	2 313,260	56,00		3,00	Altérites du Briovérien
							56,00	Siltites (+ grès ?) du Briovérien
3907X0018	Segré la Guiboulerie	Eau	360,750	2 306,275	85,00		73,00	Membre gréseux inférieur du Grès armoricain (Ordovicien)
3907X0026	Segré la Colline	Eau	360,660	2 305,520	55,00	Débit max. : 7,5 m ³ /h	1,00	Quaternaire : terre végétale
							121,00	Alternance de siltites et grès du Briovérien
3908X0011	Aviré la Blinière	Eau	366,180	2 306,740	60,00	Eau à 9,9 m	14,00	Argile : mélange colluvions argileuses et altérites
							18,00	Schistes bleus sains (F. de Pont-Réan ; Ordovicien)
							40,00	Schistes noirs et quartz : F. de Pont-Réan à filonnets de quartz (Ordovicien)