



GIROMAGNY

La carte géologique à 1/50 000
GIROMAGNY est recouverte par la coupure
LURE (N° 100)
de la carte géologique de la France à 1/80 000

PLOMBIÈRES- -LES-BAINS	REMIREMONT	MUNSTER
LUXEUIL- -LES-BAINS	GIROMAGNY	THANN
VESOUL	LURE	BELFORT

**CARTE
GÉOLOGIQUE
A 1/50 000**

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

GIROMAGNY

XXXV-20

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



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	2
DESCRIPTION DES TERRAINS	2
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	2
<i>TRIAS</i>	5
<i>PERMIEN</i>	6
<i>STÉPHANIEN</i>	6
<i>SÉRIE VOLCANO-DÉTRITIQUE DU CULM, GRANITES ET ROCHES ASSOCIÉES</i>	7
<i>Viséen supérieur</i>	7
<i>Viséen inférieur</i>	9
<i>Viséen indifférencié</i>	9
<i>Thermométamorphisme</i>	10
<i>Fossiles. Age de la série de Giromagny</i>	10
<i>Relations structurales et extension des 3 séries</i>	10
<i>Granites et roches associées</i>	11
<i>Roches filoniennes</i>	12
HISTOIRE GÉOLOGIQUE ET TECTONIQUE	13
SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES	14
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	15
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	15
<i>RESSOURCES MINÉRALES</i>	15
<i>Roches exploitées</i>	15
<i>Gîtes minéraux</i>	16
BIBLIOGRAPHIE	18
DOCUMENTS CONSULTABLES	21
AUTEURS	21
TABLEAU DES SONDAGES	22
TABLEAU DES ANCIENNES EXPLOITATIONS MINIÈRES ET MINÉRALISATION	23

INTRODUCTION

La feuille Giromagny couvre une partie de la retombée méridionale des Vosges. Celle-ci culmine au Ballon de Servance (1216 m) à la limite des départements des Vosges, du Territoire de Belfort et de la Haute-Saône. C'est à ce dernier département qu'appartiennent les trois quarts de la surface de la feuille.

La presque totalité du territoire de la feuille est occupée par le socle plissé du massif hercynien vosgien formé d'une série volcano-sédimentaire d'âge viséen traversée par des granites intrusifs et roches associées d'âge tardi-viséen. En bordure sud s'y adosse le Houiller de Ronchamp d'âge stéphanien. Le Permien affleure dans le bassin de Giromagny (angle sud-est de la feuille), dans le bassin de Champagny (centre méridional de la feuille) et dans le massif de Rocheret à l'Ouest de Melisey. Le bassin de Saint-Germain-lès-Lure (angle sud-ouest de la feuille), exploré par des sondages profonds, a montré l'existence de terrains houillers, recouverts par des sédiments permien et triasiques, le tout masqué par d'importantes formations fluvioglaciaires. Les grès du Trias inférieur, transgressifs, sont encore largement conservés sur le socle plissé hercynien dans le secteur ouest ; ils s'avancent depuis Notre-Dame du Haut (Ronchamp) et le Mont de Vannes :

- en direction nord-est jusqu'au plateau de Bravouse (NE de Belfahy) et le Bois le Sapoi (Nord de Miélin) ;
- en direction nord jusqu'aux Sapins du Haut et la ligne de crête à l'Ouest du col des Croix.

La couverture sédimentaire a été décapée au cours d'une longue phase d'évolution continentale depuis la fin des temps jurassiques ; l'action érosive a dû être particulièrement active au cours des temps quaternaires, à la suite du rajeunissement des Vosges, entraînant une dénivellation de plus de 900 m sur une distance de 45 km, c'est-à-dire de 20 ‰ entre la vallée de l'Ognon et le Ballon de Servance. Les phénomènes glaciaires et périglaciaires ont été des agents particulièrement actifs de la dégradation des reliefs. La région s'étendant à l'Ouest de l'Ognon, depuis le col des Croix par Beulotte-Saint-Laurent et Esmoulières jusqu'à Écromagny et Mélisey, fournit encore maintenant une morphologie sous-glaciaire des plus caractéristiques. La calotte glaciaire occupant toute la région située au Nord-Ouest de la haute vallée de l'Ognon était alimentée par une diffluence du glacier de la Moselle dont la vallée actuelle apparaît à l'angle nord-est de la feuille. Plusieurs séries de moraines subsistent dans le bassin de Saint-Germain-lès-Lure ; les vallées du Breuchin (angle NW), celles du Rahin et de la Savoureuse montrent aussi des restes remarquables des anciens glaciers.

DESCRIPTION DES TERRAINS

FORMATIONS SUPERFICIELLES

Remblais. Les remblais de décharge étaient autrefois importants, sous forme de terrils, fréquents aux environs des anciennes mines, par exemple le Haut-du-Them, Plancherles-Mines, Ronchamp. Ce sont des dépôts ponctuels dont la forme ne peut prêter à confusion. On a renoncé à les cartographier, car la tendance actuelle est de les réemployer ; aux environs de Ronchamp, certains terrils ont déjà été complètement rasés. Par contre, s'est installée la fâcheuse habitude, d'ailleurs interdite par la loi, de transformer en décharges les anciennes carrières et ballastières abandonnées.

E. Éboulis. Formation de versants. Dans cette région à morphologie très accusée, les vallées, profondément entaillées, ont des versants souvent très raides, encombrés de

pierriers, de *mers* de rochers et de cônes d'éboulis ; cela est surtout le cas dans les zones où affleurent les roches volcaniques très résistantes à l'altération, mais se fragmentant par délitage et gélifraction. Sur sous-sol schisteux, l'altération et la désagrégation très poussées ont nourri des dépôts superficiels, mis en place par cryoturbation et solifluxion ; encombrant les versants aux profils atténués, ces dépôts passent aux colluvions des vallées latérales (C) et aux alluvions actuelles des rivières (Fz). Les cônes d'éboulis sont particulièrement nets sous les dalles de poudingues des grès triasiques (exemple : Mont de Vannes, Sigle).

Tourbe. Les niveaux tourbeux sont assez fréquents dans les zones humides des arènes granitiques, exemple Ballon de Servance, en bordure des nombreux étangs de la zone des plateaux entre l'Ognon et le Breuchin, dans les fonds des vallées. Les tourbières du Rosely (7 m de tourbe) et de la Grande Pile ont permis d'établir l'évolution de la couverture forestière au cours des temps quaternaires.

La tourbière de la Grande Pile à l'Ouest de Saint-Germain-lès-Lure a fait l'objet d'une analyse pollinique récente (G. Woillard, 1973). La base du profil correspond à l'extrême fin de la glaciation du Riss (1299 à 1290 cm). Entre 1286 et 1104 cm suivent les associations palynologiques correspondant à :

- Eemien 1 : époque du Bouleau, du Génévrier et du Saule (niveaux 1286 et 1282) ;
- Eemien 2 : époque du Pin (niveaux 1278 et 1275) ;
- Eemien 3 : époque de la Chênaie mixte (niveaux 1273 et 1270) ;
- Eemien 4 : époque du Coudrier (niveaux 1268 et 1220) ;
- Eemien 5 : époque du Charme et du Sapin (niveaux 1210 à 1130) ;
- Eemien 6 : époque du Pin, de l'Épicéa et du Bouleau (niveaux 1124 à 1104) ;
- Éowürm (?) : niveaux 1094 à 1054.

Fz. Alluvions actuelles. Les fonds plats des vallées sont remblayés par des alluvions actuelles. Ce sont, pour l'essentiel, des zones inondables. En fait, ces vallées sont remblayées avec des alluvions glaciaires et fluvioglaciaires d'âge Würm dans lesquelles les rivières ont entaillé leurs lits majeurs ; la mise en place des matériaux est donc d'âge postglaciaire.

Il faut d'ailleurs souligner que l'érosion postglaciaire a pu avoir des effets importants. Ainsi, la rivière de Fresse a creusé une profonde gorge raccordant sur un kilomètre de distance et 100 m de dénivellation les bassins de Fresse à la vallée de l'Ognon. Mais elle n'a pas réussi à en régulariser le fond. La plupart des rivières n'ont d'ailleurs pas encore régularisé leur lit dont le profil longitudinal comporte encore souvent des bassins de surcreusement séparés par des verrous glaciaires. Il en existe de très typiques le long de la vallée de l'Ognon (Saut de l'Ognon à l'aval de l'ombilic de Servance), du Rahin (cascade du Crémillot à l'aval de l'ombilic de la Chapelle Saint-Antoine), de la Savoureuse (Saut de la Cuvotte à l'aval du bassin de surcreusement de Malvaux).

Fy. Alluvions anciennes – FG, G. Alluvions fluvioglaciaires et dépôts glaciaires. Sur le territoire de la feuille, les dépôts glaciaires sont particulièrement abondants, variés et instructifs. La distribution des blocs erratiques permet de jalonner le sens d'écoulement des glaces, que l'on peut repérer aussi par la direction des stries de nombreux polis glaciaires. Ainsi le glacier de la Moselle, diffuant par-dessus l'interfluve jusqu'à l'altitude de 800 m, a noyé tous les reliefs se trouvant au Nord-Ouest de la vallée de l'Ognon, la glace s'écoulant en direction sud-ouest. De nombreux glaciers locaux occupaient la partie est du territoire de la feuille, notamment les vallées de Miélin, de Fresse, celle du Rahin et celle de la Savoureuse, où existent de nombreux cirques glaciaires.

Pour permettre de figurer le fond géologique, les dépôts glaciaires n'ont été représentés que lorsqu'ils sont très importants. En dehors des moraines de fond, qui sont importantes dans les vallées et sur les plateaux, on a représenté par un figuré

spécial les accumulations les plus remarquables, notamment les drumlins (*) et les moraines frontales. Ces dernières sont particulièrement nombreuses dans la région s'étendant entre Sainte-Marie-en-Chanois (vallées du Breuchin) et Mélisey—Montessaux (vallée de l'Ognon). Dans cette dernière région, les moraines s'échelonnent en profondeur et on peut les grouper en trois séries successives. Le système des moraines externes (Gx) s'étend jusqu'aux environs de Franchevelle (feuille Luxeuil-les-Bains) et de la Côte (feuille Lure) ; les matériaux sont très altérés et noyés dans une matrice argileuse. Les moraines intermédiaires (Gya) se groupent à l'aval de Montessaux ; les moraines internes (Gyb) sont centrées sur Mélisey ; les matériaux de ces deux derniers systèmes sont frais et peu altérés, sans matrice limoneuse.

A ces systèmes de moraines terminales se raccordent des cônes de transition fluvioglaciaires et des terrasses fluviales :

- au système de Mélisey (Gyb), le cône de transition fluvioglaciaire (FGyb) et les lambeaux de terrasses (Fyb) dominant la plaine alluviale de l'Ognon de 1 à 5 mètres ;
- au système de Montessaux (Gya), le cône de transition (FGya) se prolongeant dans la terrasse de l'aérodrome de Malbouhans—Froideterre dominant la plaine alluviale de 10 mètres ;
- au système des moraines externes (Gx), les cônes de transition (FGx) s'étalant en dehors du domaine de cette feuille sur la feuille Luxeuil-les-Bains à l'Ouest, et celle de Lure au Sud.

Pour la position stratigraphique de ces formations, il faut noter que les terrasses Fyb et Fya disparaissent à la hauteur de Lure, au niveau de la plaine alluviale. Cette dernière a fourni à Bonnal des restes d'*Elephas primigenius* Blum. On peut donc admettre un âge quaternaire récent pour les systèmes des moraines intermédiaires et des moraines internes. Le système des moraines externes, qui leur sont antérieures, peut être attribué au Quaternaire ancien.

La tourbière de La Pile a fourni une suite d'associations végétales d'âge eemien prouvant que les formations glaciaires sur lesquelles elle repose sont antérieures. Le fond de la tourbière n'ayant pas été atteint, il n'est pas possible de préciser si le subsaisonnement est d'âge Riss ou s'il est d'âge Mindel.

Un sondage de recherche d'eau de la ville de Lure, exécuté en 1972, à environ 800 m à l'Est du clocher de Saint-Germain-lès-Lure, dans le cône de transition fluvioglaciaire se raccordant aux moraines intermédiaires a recoupé :

- jusqu'à 12,50 m, des alluvions fluvioglaciaires non altérées ;
- de 12,50 à 13,50 m une couche de tourbe compacte ;
- plus bas et jusqu'à 21 m, des alluvions fluvioglaciaires altérées, constituant des moraines de fond faisant partie du système des moraines externes.

La tourbe recoupée dans ce sondage, n'ayant pas été prélevée avec une sonde spéciale, n'a pu faire l'objet d'une analyse pollinique systématique. L'étude d'un seul prélèvement a fourni un spectre pouvant se situer soit à la base, soit tout à fait à la fin de l'Eemien (communication écrite de G. Woillard du 1/10/1973).

Il en résulte que les moraines de Lure, dites externes, et les moraines de Montessaux, dites intermédiaires, correspondent à deux périodes glaciaires séparées par une période interglaciaire. Si la tourbe intercalée dans ce complexe est d'âge eemien, les moraines externes sont d'âge Riss, les moraines intermédiaires d'âge Würm.

Il existe de nombreuses preuves morphologiques de la couverture de la région par les glaces. Ce sont les verrous glaciaires et les roches moutonnées très fréquents dans les vallées de l'Ognon, du Rahin et de la Savoureuse : saut de l'Ognon, cascade du Crémillot, saut de la Cuvotte. Les bassins de surcreusement sont fréquents (bassin de Servance, maisons forestières du Rahin, bassin de Malvaux). Les polis glaciaires sont fréquents et tout à fait remarquables (Sigle, ferme des Gouttes, étang Chaumy). On

(*) Drumlin : éminence elliptique constituée par les éléments d'une moraine allongée dans le sens d'écoulement du glacier.

peut repérer de nombreuses rigoles d'érosion glaciaire sur le plateau entre Faucogney et Mélisey. Enfin, il existe des lacs de culots de glace morte (à l'aval du Saut de l'Ognon). Les galets striés sont assez fréquents dans les dépôts morainiques. Les cirques glaciaires permettent de situer la limite des neiges pérennes vers 800 à 900 mètres.

C. Colluvions. Les vallées latérales sont engorgées de matériaux très hétérométriques provenant, les uns du remaniement des dépôts glaciaires, les autres des apports de versant mis en place par gravité ou solifluxion quand il s'agit de dépôts grossiers (vallées à morphologie accusée du domaine recouvert par les glaces). Dans les vallons à fond plat, situés en dehors du domaine atteint par les glaces, les matériaux plus fins ont été mis en place par voie colluviale. Ils proviennent en partie du remaniement des limons d'altération.

E. Limons d'altération. L'altération superficielle des matériaux est peu importante à l'intérieur du secteur qui a été occupé par la calotte glaciaire et les champs de névé d'âge quaternaire récent. Même en dehors de ces régions les formations éluviales, souvent peu profondes, n'empêchent pas de reconnaître le sous-sol en place qui, seul a été figuré sur la carte. Les dépôts d'altération n'ont été signalés que lorsque leur épaisseur empêchait d'identifier le sous-sol. Nous avons déjà signalé leur importance sur les dépôts fluvioglaciaires anciens.

TRIAS

t5-6. **Argile à lignite et calcaire coquillier.** Des dolomies avec des marnes bariolées interstratifiées, noires ou grises, ont été visibles lors des travaux de construction de l'adduction d'eau, le long de la D. 99, sous les alluvions glaciaires du Grand Bois à l'Ouest de Froideterre. Des couches à Cératites et des couches à entroques affleurent dans la tranchée de cette route à la sortie ouest de Froideterre.

t4. **Marnes bariolées.** Des couches blanches, grises ou rouges de ces marnes, visibles le long du talus des terrasses de l'Ognon de Froideterre au Mont et à Saint-Germain, ont été recoupées par les sondages de recherche à l'Ouest du Mont et de Saint-Germain (50 à 60 m).

t3. **Marnes ondulées et grès coquilliers.** Ces marnes gréseuses, micacées, ondulées, surmontent des grès fins, en bancs bien lités, souvent dolomitiques, à faune marine. Ces derniers affleurent au Nord des Baraques de Saint-Germain et sont recoupés par les sondages de Lure.

t2c, t2b, t1-2a. **Grès à *Voltzia*, Grès intermédiaires, poudingues et Grès vosgiens.** D'une épaisseur de 7 à 8 m, des marnes et des grès assez bien lités et se débitant en dalles (argile-limite, grès argileux) recouvrent 7 à 8 m de grès micacés à grain fin se prêtant à la taille et à la sculpture et se présentant en une masse compacte traversée de quelques joints marneux (haute masse, dite encore grès à meules), exploitée autrefois en de nombreuses carrières. La présence de *Voltzia heterophylla* leur a fait donner le nom de Grès à *Voltzia* (t2c). Plus bas, se trouvent des grès plus grossiers, parfois à galets ou graviers de quartz, à taches et nodules d'oxyde de manganèse dont le départ laisse des cavités ; ces grès, dits Grès intermédiaires (t2b), montrent à leur base une zone de grès tendres (0 à 2 m) de teinte violette, parfois dolomitisés, avec nodules de cornaline (zone violette). Ils reposent sur des grès grossiers silicifiés ou riches en galets de quartz et de quartzite, formant un poudingue (t1-2a). Le poudingue est particulièrement bien développé au Sigle de la Bouloye (Sud-Ouest de Ternuay) où il atteint 6 à 8 m de puissance à l'Est de la ferme de la Tarte, au Grand Sigle (Nord-Est de Mélisey) où il mesure encore 7 m, au Petit Sigle (Nord de Mélisey, aux Aureux et à Écromagny) où il a une épaisseur de 4 à 5 mètres. Au Mont de Vannes, il ne mesure plus que 2 mètres. L'épaisseur diminue en direction ouest et on ne retrouve le

poudingue que sporadiquement le long des pentes est de la vallée de la Lanterne.

Tandis qu'au Sud de Ronchamp (feuille Lure) le poudingue est séparé des grès permien par 2 à 3 m de grès grossier sans mica, dit Grès vosgien principal et qu'au Mont de Vannes l'épaisseur de ce Grès vosgien se réduit de 2 à 1 m en allant du Sud au Nord, nous constatons qu'au Rocheret (SW de Mélisey), le poudingue repose directement sur les tufs rhyolitiques du Permien. Au Sigle, au Plateau de Bravouse, au Sapin du Haut et plus à l'Ouest, le poudingue repose directement sur le socle plissé.

Les poudingues, silicifiés, extrêmement résistants, ont souvent été dégagés par l'érosion glaciaire (exemple : Sigle), formant des replats structuraux absolument dégarnis de toute couverture végétale ou couverts de landes à bruyères où apparaissent de magnifiques polis glaciaires (ferme de La Chatelée, Sigle de Ternuay, étang des Chaumy, ferme des Gouttes au Sud de Melay, Pellevoisin).

PERMIEN

r. **Arkoses, marnes rouge violacé ; r.p. Brèches et tufs rhyolitiques.** Ces arkoses, grès, conglomérats, argilolites de teinte variable à dominante rouge violacé renferment des fragments de roches cristallines très altérées. Par endroits, les grès sont assez compacts pour avoir été exploités en carrières (Champagney, Giromagny). Des arkoses sont silicifiées à l'Est de Giromagny, le long de la faille de bordure nord du bassin. Les microbrèches et les tufs rhyolitiques, au Rocheret (SW de Mélisey), ont une épaisseur variable augmentant du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest : 400 m dans le bassin de Giromagny, plus de 7 à 800 m au Sud-Est de Lure.

STÉPHANIEN

hs. **Houiller. Bassin de Ronchamp.** Sur les pélites d'âge viséen, repose un conglomérat de galets verts mal roulés (pélites et andésites) atteignant 8 à 9 cm de diamètre et réunis par un ciment gréseux gris à jaune clair. Les grès supérieurs passent à des schistes gréseux, charbonneux et à plantes ; ces dernières sont abondantes dans le faisceau de Mourière et de Ronchamp, formés par des alternances de conglomérats à galets mal roulés (rhyolites, andésites, tufs volcaniques, granites, quartzites), de grès grossiers, de pélites schisteuses, de schistes à plantes et de veines de houille. Les veines affleurant au Nord de Ronchamp furent progressivement exploitées en direction sud jusqu'à une profondeur d'environ 1000 m, au moment de l'abandon des mines en 1948.

Flore fossile du faisceau de Ronchamp : *Pecopteris polymorpha* Brongniart, *Alethopteris grandini* Brongn., *Neuropteris cordata* Grand'Eury, *Odontopteris reichi* Gutbier, *Callipteris pteridium* Schl., *Mixoneura cordata*, *Calamites undulatus* Sternb., *Sphenophyllum oblongifolium* Gervais, *Annularia stellata* Schl., *A. sphenophylloides*, *Lepidodendron obovatum* Sternb., *Cordaites lingulatus*. Age : Stéphanien moyen.

Restes de Poissons ganoïdes : *Amblypterus* sp.

Le faisceau de Mourière serait d'âge stéphanien inférieur (G. Mathieu).

L'évolution des faciès, passant des teintes grises des couches à *Mixoneura cordata*, *M. subcrenulata* et *Odontopteris genuina* aux teintes rouges des argilolites à *Pecopteris cyathea* et *Odontopteris reichi*, indique une évolution du climat devenant plus aride et annonçant celui du Permien.

Bassin de Saint-Germain-lès-Lure. Sept sondages profonds, exécutés entre 1907 et 1929, ont montré l'existence du Houiller, en profondeur, au Nord-Est de Lure, aux environs de Froideterre et de Saint-Germain-lès-Lure. Ce Houiller est d'âge stéphanien, comme celui de Ronchamp, et a une disposition comparable à celle du bassin de Ronchamp, à la différence près qu'il a été abaissé de 800 à 1 000 m par le système des failles de l'Ognon.

SÉRIE VOLCANO-DÉTRITIQUE DU CULM, GRANITES ET ROCHES ASSOCIÉES

Au Viséen, sont attribués le complexe du Culm, formé de roches très variées, et le cortège granitique des Ballons. Le thermométamorphisme accompagnant la mise en place de ces granites n'affecte qu'une partie du complexe volcano-sédimentaire du Culm renfermant des fossiles d'âge viséen inférieur. Il est possible d'en conclure que les *granites des Ballons* se sont mis en place à la limite du Viséen inférieur et du Viséen supérieur.

Stratigraphie de la série volcano-détritique du Culm : Viséen supérieur

Cette série, dite *série de Giromagny* (Fourquin), n'est représentée complètement que dans le quart sud-est de la feuille (vallée de la Savoureuse et vallée du Rahin). A l'Ouest, à la suite d'un relèvement axial, la série se relève progressivement.

De haut en bas, la succession décrite ci-dessous a pu être établie (Fourquin).

4ème épisode volcanique

hpa. Tufs rhyodacitique de Lepuix-Gy (> 400 m). Ce sont des roches de texture massive, gris bleuté, brunâtres par altération, où ressortent des cristaux blancs de feldspath, quelques rares quartz et des minéraux noirs.

- Phénocristaux : andésine (74 à 90 %), souvent maclée, parfois zonée, corrodée, brisée et anguleuse ; quartz (0,1 à 5 %), ayant souvent un aspect amiboïde ; biotite (10 à 28 %) souvent altérée en chlorite ; pyroxène (0 à 3 %) très frais et fantômes d'amphibole.
- Fond : assemblage felsitique de quartz et de feldspath alcalin présentant parfois une tendance micropegmatitique.
- Composition minéralogique : rhyo-dacite à texture pyroclastique.

Formant une bande épaisse de plus de 400 m, ces roches sont connues du Mont (vallée du Rahin) à Lauw (vallée de la Doller).

Épisode volcano-sédimentaire supérieur composé de :

hg. Niveau de pélites, dites pélites supérieures, formé de 20 à 30 m de pélites noires à fins éléments de quartz et de feldspath souvent laminées.

hf. Niveau de grauwackes arkosiques, représenté par 200 m de grauwackes-arénites à taches vertes avec feldspaths peu altérés, quartz, chlorite et séricite.

he. Niveau de pélites, dites pélites moyennes : plus de 50 m de pélites de teinte beige avec alternance de bancs décimétriques à granulométrie allant des arénites très fines aux lutites.

hd. Niveau de grauwackes-arénites, dites grauwackes moyennes, de 50 à 100 m de puissance, avec une granulométrie allant des grauwackes microconglomératiques aux grauwackes-arénites fines. La base conglomératique est riche en galets de roches volcaniques.

3ème épisode volcanique contenant les plus belles roches du massif :

ht. Des trachytes, au sommet, correspondant aux *orthophyres* des anciens auteurs, sont des roches de couleur gris clair ou rouge où tranchent des phénocristaux blancs de feldspath (sanidine, plagioclases) pouvant atteindre 1 cm de longueur et les paillettes noires de mica biotite. La pâte est holocristalline felsophyrique, formée de quartz, oligoclase et feldspath alcalin. Ils forment une très belle lame intrusive à Plancherles-Mines, recoupant la vallée depuis le Bois de la Prague (rive droite du Rahin) jusqu'à la cote 672 à l'Est de la Croix du Choléra.

ha. Sous les trachytes, on a des andésites et des labradorites du type *porphyre vert*, des brèches labradoritiques et andésitiques. Les andésites et les labradorites porphyriques sont de magnifiques roches à faciès de porphyre vert.

- Phénocristaux : plagioclase vert clair pouvant atteindre 1,5 cm et très altéré (andésine An 32) ; clinopyroxène légèrement verdâtre ; olivines pseudomorphosées en un mélange de chlorite, calcite, serpentine.

-- Fond : microlithes non orientés de plagioclase, associés à de petits pyroxènes ; surchargé de chlorite, calcite ; granules de leucoxène ; pigmenté par de l'oxyde de fer.

Épisode volcano-sédimentaire inférieur, comprenant :

hc. Un niveau de grauwackes-rudites à arénites fines avec figures de sédimentation et granoclassement, dites grauwackes inférieures.

hb. Un niveau de pélites, dites pélites inférieures.

2ème épisode volcanique et volcano-sédimentaire, comprenant :

hbr. Au sommet, un niveau gréseux microconglomératique, lenticulaire, reprenant les niveaux immédiatement sous-jacents.

hK $\tau\beta$. Un ensemble, dit *Brèche du Crémillot*, essentiellement pyroclastique, parfois conglomératique, à éléments trachytiques, labradoritiques et albitophyriques avec intercalations de coulées de trachy-labradorites (Belfahy) et contenant parfois des fossiles marins (Plancher-les-Mines).

h $\tau\beta$. Une brèche à éléments trachy-labradoritiques dominants (Belfahy). Le *Porphyre de Belfahy* est le type des trachy-labradorites. Il forme une coulée bréchiforme affleurant à Belfahy et descendant vers le Sud-Est en direction de la vallée du Rahin dont il n'atteint pas le fond.

C'est une roche vert foncé avec de grands phénocristaux de plagioclase blanc verdâtre, labrador (An 55), associés à des pyroxènes noirs. Le fond est composé de très fins microlithes de feldspaths : andésine à labrador (An 50) et feldspaths alcalins, associés à de nombreux grains de pyroxène, des minéraux opaques, de la chlorite et du leucoxène.

Une roche de même composition minéralogique est la trachy-labradorite de la Grève (Androz et Morre, 1964).

Une variation de ce type se retrouve à Malvaux : la roche porphyrique de couleur rouge montre des phénocristaux blancs de plagioclase et de nombreuses et grosses vacuoles de calcite entourée d'un liséré de chlorite.

On y trouve des roches filoniennes à texture trachy-doléritique porphyrique (Fourquin, 1965).

Les roches pyroclastiques forment la partie la plus importante de ce niveau. A la cascade du Crémillot (vallée du Rahin), le type de cette brèche montre des éléments trachytiques rouges et trachy-labradoritiques verts baignant dans un ciment fin formé des mêmes éléments. Cette brèche varie de l'aspect d'un véritable conglomérat à celui d'une grauwacke microbréchique. Dans cette brèche ont été découverts des petits éléments de granite du cortège *granite des ballons*, d'où l'on a conclu à l'antériorité des ces derniers (Fourquin, 1966).

En conclusion, lors de cet épisode, le volcanisme a dû se faire en milieu épicontinental, envoyant ses produits pyroclastiques dans l'eau où ils s'agglomèrent alors en brèches ou sont remaniés en conglomérats tandis que s'épanchent les coulées, à caractères sous-marins, de trachy-labradorites.

1er épisode volcanique initial :

h β . Les labradorites et les brèches inférieures comprennent des labradorites en coulées homogènes ou bréchiformes passant à leur base à des brèches à éléments essentiels de labradorites et de trachytes, et des brèches aisément identifiables au microscope par la présence d'éléments perlitiques les faisant dénommer *brèches à perles*.

Les labradorites (type à la Roche du Cerf et au verrou glaciaire de Malvaux) sont les roches massives bleutées à petits phénocristaux de plagioclase et de pyroxène, passant progressivement à une lave riche en vacuoles remplies de calcite et de chlorite et à des faciès bréchiformes. Les *brèches à perles* sont des brèches pyroclastiques à éléments de couleur verte s'enrichissant vers le haut en éléments de labradorites. Elles possèdent aussi des débris de roches acides.

Viséen inférieur. Série de Plancher-Bas et de Malvaux

Au Viséen inférieur sont attribués les ensembles volcano-sédimentaires plus ou moins affectés par le thermométamorphisme lors de la mise en place des *granites des ballons*, notamment ceux de la série de Malvaux affleurant au Nord de la série de Giromagny.

Série de Malvaux. A sédimentation marine incontestable, elle a fourni, par endroits, des fossiles d'âge viséen inférieur. Elle renferme des roches volcaniques ou hypovolcaniques provenant d'épanchements sous-marins et dont le magmatisme a les caractères minéralogiques et chimiques d'une association spilite-kératophyre.

La succession serait la suivante de haut en bas (Fourquin) :

hbrp. Un niveau volcano-clastique et clastique représenté par une alternance de quartzites et de tuffites finement lités, blancs, contenant parfois des Radiolaires, des schistes de teinte gris verdâtre ou rougeâtre et violacée, parfois noire, riches en mica, de grauwackes-arénites à éléments de roches volcaniques ou sédimentaires, contenant des feldspaths alcalins (albite, oligoclase) et des produits micacés chloriteux, et de grauwackes-rudites riches en éléments pyroclastiques de nature diverse.

hK. Une épaisse série de tufs kératophyriques et de kératophyres quartziques.

hK₃. Un niveau à dominance basique : spilites et diabases associées à des pyroclastites.

hK. Des tufs kératophyriques et des kératophyres.

hK₃. Un épisode volcanique, essentiellement bréchique, où dominent les éléments basiques associés à des kératophyres.

Série de Plancher-Bas. Affleurant au Sud de la série de Giromagny, elle est, comme celle de Malvaux, formée d'une association spilite-kératophyre nette à caractère sous-marin et de sédiments marins. Mais on notera que :

- dans la série de Malvaux, les brèches, les tufs kératophyriques et les kératophyres (roches rouges) sont très développés au sommet, tandis que les spilites prédominent vers la base où les niveaux sédimentaires sont très réduits ;
- dans la série de Plancher-Bas, les spilites sont prédominantes au sommet, les niveaux sédimentaires étant très développés à la base.

En d'autres termes, la série de Plancher-Bas peut-être considérée comme l'équivalent des termes inférieurs de la série de Malvaux et son complément à la base. Ce fait s'explique sans doute par la mise en place du *granite des ballons* qui a supprimé une partie du Viséen inférieur de la série de Malvaux.

Viséen indifférencié

hK. Les faciès acides sont connus sous des noms divers : rhyolites, trachytes quartzifères, granophyres, ortho-albitophyres, kératophyres quartziques. Ce sont des roches compactes montrant des phénocristaux de feldspaths de 2 à 5 mm qui sont blancs dans le faciès vert, ou roses dans le faciès rouge (feldspath, orthose et albite), avec de rares cristaux de quartz et une pâte microlithique, microgrenue, dévitrifiée, parfois granophyrique.

Entre ces roches homogènes et les tufs, tous les intermédiaires existent. Il est souvent difficile de distinguer l'origine pyroclastique ou cataclastique des roches. Dans les tufs, les phénocristaux sont plus abondants (quartz, albite, orthose) et le plus souvent brisés.

Certaines coulées prismées et le caractère implusif des nombreux et puissants niveaux de brèches et de tufs pyroclastiques semblent démontrer le caractère subaérien du volcanisme (J. Thiébaud).

Dans certains tufs (h₁f₂), la dimension des éléments volcaniques a conduit à distinguer des tufs à cristaux, des tufs lithiques à lapilli et des tufs lithiques à blocs.

hK₃. Faciès basiques, de teinte vert foncé à noirâtre, les roches vertes ont été

décrites comme des diabases ou microdiorites à amphibole, présentant une grande variété due essentiellement à des changements dans la texture. Les dolérites à plagioclase très altéré ont une texture subophitique représentant le type le plus grenu de la série. Les diabases ophitiques ou intersertales sont à grain plus fin. Les diabases microlithiques ont la texture la plus fine de la série. Des structures en gerbes ont été citées au Mont de Vannes. Le *porphyre de Ternuay* des anciens auteurs renferme jusqu'à 60 % de phénocristaux : c'est une andésite à structure hyperporphyrique. En différents points ont été décrits des pillow-lavas ayant la composition de spilites sodi-potassiques.

Au Pont Saint-Jean et à la ferme Cadet, les diabases du Culm avaient été considérées comme des diorites par S. Sarayan ; elles forment des sills englobés dans les tufs volcaniques du Culm.

Il semble que le volcanisme basique du Viséen inférieur soit lié à l'évolution d'un magma basaltique dans le sens d'une différenciation spilitique.

ha, htf1. Sous cette notation, ont été groupés (ha) des pélites, des arkoses, des grauwackes et (htf1) des tufs divers. Certaines pélites, affectées par le dynamométamorphisme, présentent une schistosité. C'est notamment le cas dans la série de Plancher-Bas.

Thermométamorphisme

Lors de la mise en place des granites, le thermométamorphisme a exercé une certaine action sur les roches de la série de Malvaux. Les roches vertes ont été plus sensibles que les roches rouges. On observe, dans les roches vertes :

- une altération des minéraux de haute température, plagioclases basiques et surtout pyroxènes, qui disparaissent totalement au contact du granite, remplacés par de l'ouralite, de la chlorite, de l'épidote et de la calcite ;
- une exagération des caractères spilitiques de ces roches avec envahissement par l'épidote et l'ouralite.

Les faciès acides par contre ne sont pratiquement pas affectés ; une simple recristallisation des éléments donne à la roche un aspect de cornéenne.

Dans le complexe sédimentaire, on note la schistosité des pélites, la recristallisation des roches aboutissant à la formation de quartzites pour les niveaux fins et une tendance à l'homogénéisation des brèches. Dans toute l'auréole de métamorphisme, on note, en outre, le développement de fines paillettes de biotite, de petits cubes de pyrite et de baguettes de mispickel.

Fossiles. Age de la série de Giromagny

Le gisement fossilifère de Plancher-les-Mines, équivalent de ceux de Bourbachle-Haut, d'âge viséen supérieur (Mattauer, 1959, Doubinger et Rauscher, 1966), se place dans le complexe des brèches du Crémillot (2^{ème} épisode volcanique et volcano-sédimentaire).

Des plantes ont été recueillies plus haut dans la série :

— au niveau des pélites hb et des grauwackes hc à Malvaux : *Archeocalamites radiatus* Bron., *Sphenopteridium dissectum* Goepfert, *Rhodea gigantea* Stur., *Sublepidodendron robertii* Nath., *Adiantites antiquus* Ett.

— au niveau des pélites he et des grauwackes hd, route de Belfahy : *Archeocalamites radiatus* Bron., *Rhacopteris ovata* Walkom.

D'autres, trouvées vers l'Est, dans le domaine de la feuille Thann, ont fourni les flores des zones D 2 et D 3 de la partie supérieure du Viséen.

Relations structurales et extension des trois séries

La série de Giromagny repose en contact stratigraphique sur celle de Malvaux. Elle dessine une zone synclino-orientée est-ouest, compliquée dans le détail par des

replis anticlinaux laissant apparaître en boutonnière (Sud de la Planche des Belles Filles) des termes de la série de Malvaux. L'axe sud du synclinal, bien visible à l'Ouest du Mont (vallée du Rahin) est occupé par les tufs rhyodacitiques de Lepuix-Gy. Son bord méridional est limité par une faille inverse passant par Auxelles-Haut, le col d'Auxelles, le Mont Ménard, le Mont, le long de laquelle la série de Plancher-Bas chevauche celle de Giromagny. Cette faille est décrochée par des accidents transversaux. La série de Plancher-Bas forme une vaste zone synclinoriale s'appuyant plus au Sud sur la zone anticlinale du massif de Chagey.

Granites et roches associées

Dans le quart nord-est et le long de la bordure septentrionale de la région couverte par la feuille Giromagny, affleurent des granites et roches associées. Dans la vallée de la Moselle (angle NE de la feuille), ces granites font partie des massifs des Vosges moyennes, le reste est groupé sous le nom de *granite des ballons*.

Le cortège granitique des ballons. Ce dernier nom est dû au fait que ces granites constituent les Ballons d'Alsace et de Servance. La masse principale est formée par un granite porphyroïde à amphibole et biotite. Au Nord et au Sud, on connaît des faciès de bordure de roches syénodioritique, dioritiques et même gabbroïques représentant les restes du toit de l'intrusion granitique au sein du Culm. Vers l'Ouest, le granite n'est plus porphyroïde et ne contient que de la biotite.

γ^3 . **Granite « fondamentale ».** Ce terme recouvre l'ensemble des granites anciens non orientés, dont le type correspond à un granite à grain moyen à fin, plus ou moins porphyroïde, à biotite et amphibole ou à biotite seule. Très localement représenté à l'Ouest du Thillot, ce granite se développe largement au Nord dans la région couverte par la feuille Remiremont.

$\mu\gamma^3$. **Granite des ballons.** Granite porphyroïde à amphibole et biotite ; il contient des phénoblastes roses de feldspath alcalin (pouvant atteindre 6 cm de long) tranchant sur un fond gris (à plagioclases blancs) (carrière du Saut de la Truite dans la vallée de la Savoureuse) ou rouge (à plagioclase rouges) (col de Stallon et col de Beurey), le fond étant constitué de quartz, de plagioclase et d'amphibole. Le quartz étant difficile à repérer à l'œil nu (< 20 %), ces roches ont été autrefois appelées : *syénite des ballons*.

Des enclaves sombres sont caractérisées par un enrichissement en hornblende et en biotite (saut de la Truite).

$\mu\gamma^3$. **Granite de Corravillers.** Vers l'Ouest et le long de la bordure septentrionale de la feuille, et jusqu'au-delà de Corravillers, dans la vallée du Breuchin, se développe un granite à biotite à grain moyen peu porphyroïde.

γ^2, γ_a^2 . **Granite subalcalin non porphyroïde.** Dans la vallée du Rosely, au Nord de la Vieille-Hutte, apparaissent deux variétés de ce granite, l'une claire à biotite, l'autre sombre à amphibole et à biotite. A cette association se rattache un filon de granite subalcalin hololeucocrate très fortement quartzique (H. Guérin, 1967). Autre affleurement : haut du Them.

— Les microgranites appartiennent à trois systèmes différents.

$\mu\gamma$. **Microgranites liés au granite des ballons.** Ils présentent deux variétés : l'une hololeucocrate ou faiblement leucocrate à hornblende et biotite, l'autre à fond surchargé en muscovite contenant des cristaux de béryl transformés en pinite et parfois des tourmalines.

$\mu\gamma^n$. **Microgranites sombres à phénocristaux de feldspath.** A la Montagne de Couard (2 km au Sud-Est du Thillot), un microgranite montre de beaux phénocristaux rectangulaires blancs ou roses d'orthose, rarement de plagioclase. La pâte rouge à rouge brunâtre, de structure granophyrique à micropegmatitique renferme parfois des sphérolites contenant de petites tablettes rectangulaires ou cassées d'orthose. Les pyroxènes ont été transformés en amas de chlorite et d'actinote.

Ce microgranite, nommé microgranite de Couard (C. Gagny, 1968 et S. Zarayan,

1959), couvre de vastes étendues au Nord et à l'Ouest du *granite des ballons*. Il est génétiquement lié au granite gris-bleu à actinote des crêtes qui n'affleure pas dans le périmètre couvert par cette feuille (J. Hameurt, 1967). D'autre part, il forme de nombreux filons qui pénètrent dans le *granite des ballons* (ex. : autour du Fort du Ballon de Servance) et peuvent même renfermer des enclaves de ce granite (Ferme Cadet) prouvant la postériorité du *granite des crêtes* par rapport à celui *des ballons*.

Les microgranites ($\mu\gamma^n$), qui affleurent dans la région de Bélonchamps, ne possèdent ni ancien pyroxène, ni amphibole : ils semblent être les plus récents.

— Faciès de bordure sud et nord des *granites des ballons*.

γ^o . En bordure sud du *granite des ballons*, de part et d'autre de la vallée de la Savoureuse, affleure une bande large de 400 m de granite peu quartzique ayant une composition quantitative et qualitative intermédiaire entre les granites et les monzonites.

ηo . *Syénodiorites quartzifères*. En bordure sud, entre le Plain-des-Bœufs et les Landres-du-Dessous, une syénodiorite, à grain moyen, renferme des plagioclases blancs ou rouges et des plages roses de feldspath alcalin. L'ouralite et la chlorite occupant un quart à un tiers de la roche lui donnent un aspect syénodioritique verdâtre.

En bordure nord, dans la haute vallée de la Moselle, le faciès de bordure du massif granitique montre une bande de roches foncées à caractère syénodioritique à gabbroïque. Aux extrémités ouest et est de cette bande, existent des syénodiorites leucocrates à hornblende et à biotite.

Par contre, le centre est occupé par des diorites leucocrates ou mésocrates à pyroxène (Tête du Midi). Aux environs du col des Croix, un petit gisement de gabbro (θ) est entouré de syénodiorites. Les diorites leucocrates (η^{1-2}) à pyroxène ouralitisés à l'Est de Château-Lambert forment les termes de transition entre les syénodiorites et les diorites mésocrates (η^3).

Toutes les roches du faciès nord renferment de nombreuses enclaves sombres à contours anguleux ou arrondis, à grain très fin, ayant la même structure que les roches encaissantes, mais surchargées en minéraux colorés : pyroxène, amphibole et biotite. Ces enclaves sont rares dans le faciès de bordure sud.

Les faciès périphériques des roches syénodioritiques, dioritiques ou gabbroïques à pyroxène représentent le reste du toit de l'intrusion granitique.

Les roches de l'association des crêtes. Dans le domaine de la feuille Giromagny, l'association des crêtes est représentée non pas par le faciès-type de granite gris-bleu à porphyroblastes blancs et rectangulaires contenant une actinote colorée, mais par un de ses faciès de bordure désigné sous le nom de *microgranite de Couard* (C.Gagny, 1968) (déjà mentionné plus haut).

Roches filoniennes

Elles sont nombreuses et variées :

$\mu\gamma, \mu\gamma^n$. *Microgranites* (voir plus haut).

Pegmatites. Quatre filons ont été repérés dans la syénodiorite du col des Croix, un cinquième dans la diorite de la Tête du Midi ainsi que de petits filonnets dans le granite porphyroïde de la carrière du Saut de la Truite. Ces pegmatites contiennent une minéralisation en molybdénite et chalcopryrite (Château-Lambert, Saut de la Truite).

λ . *Lamprophyres*. Ils forment des filons étroits (1 à 3 m), longs de 100 à 600 m, de roches rougeâtres ou noirâtres où les micas sont très abondants. Ces roches prennent fréquemment un aspect terreux jaunâtre par suite de l'altération météorique.

La plupart des lamprophyres appartiennent à la famille des minettes. Seuls deux filons de kersantite ont été reconnus au Pré de la Bréchetotte, à 840 m d'altitude sur la route du Ballon de Servance et dans le vallon de la Prêle (S. Zarayan, 1959).

De belles lamelles de phlogopite mordorée tranchent sur un fond microgrenu ou aphanitique de feldspath alcalin. Ces minettes contiennent toujours du quartz et

souvent du pyroxène et des *pilites*.

Les minettes à sphérolites quartzo-feldspathiques de 1 cm de diamètre environ, juxtaposés les uns aux autres, se sont formées aux salbandes ou dans des filons étroits ainsi qu'on peut l'observer près du Pont du Rummel sur la Savoureuse (H. Guérin, 1967).

Lamprophyres et pegmatites appartiennent au système du *granite des ballons*.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE ET TECTONIQUE

Les repères stratigraphiques les plus anciens relevés dans le socle plissé sont d'âge viséen. Il est possible de différencier le Viséen inférieur et le Viséen supérieur. Tandis que le Viséen inférieur est caractérisé par une sédimentation marine, avec activité volcanique sous-marine, en association spilite-kératophyre, le Viséen supérieur montre une sédimentation marine épisodique à volcanisme littoral à continental tholéitique. A la limite des deux, a eu lieu la mise en place du *granite des ballons*, accompagnée du thermométamorphisme des séries volcano-sédimentaires du Viséen inférieur. La mise en place des granites des crêtes est postérieure à celle du cortège des ballons.

L'intrusion des granites est accompagnée d'une première phase tectonique responsable de la schistosité affectant le Viséen inférieur.

Puis la cordillère tend vers l'émergence par oscillations successives accompagnées d'une sédimentation épisodique littorale ou paralytique accompagnée d'un volcanisme tholéitique en partie aérien.

A la fin du Viséen supérieur se place une phase majeure affectant tout l'ensemble et déterminant les plis et accidents longitudinaux chevauchants, visibles dans les séries du Viséen supérieur (cf. p. 10).

Dès lors, les structures essentielles du massif hercynien sont réalisées.

Des décrochements ultérieurs redécoupent l'ensemble. Sur la carte figurent cinq accidents orientés S.SW-N.NE, dans le secteur sud-est. La faille de l'Ognon a dû aussi être active dès ce moment, car le bassin houiller de Lure, d'âge stéphanien, est nettement décroché par rapport à celui de Ronchamp. Les formations du Permien supérieur sont elles-mêmes discordantes par rapport à celles du Stéphanien : il y a donc eu, sans doute, des mouvements d'âge saalien, comme il en a été repéré dans le massif de Chagey.

La sédimentation triasique, largement transgressive, recouvre peu à peu le massif hercynien. Les mers du Jurassique submergent aussi la région. Mais dès la fin du Jurassique supérieur, la région était soumise à l'érosion continentale. Celle-ci fut particulièrement active après le rajeunissement d'âge alpin. Aux vieilles structures hercyniennes en partie réactivées, se superposent d'autres accidents de type rhénan qui isolent le massif vosgien. Ainsi l'accident est-ouest faisant chevaucher la série de Plancher-Bas sur celle de Giromagny, jouant en distension, détermine l'effondrement du compartiment méridional, mettant ainsi en contact les tufs du Viséen supérieur avec la série du Permien de Giromagny.

C'est sans doute à cette époque que la phase hydrothermale très active a mis en place la plupart des filons minéralisés (galène, blende, pyrite, chalcopryrite, cuivre) et de quartz qui sont si fréquents dans le massif.

Enfin, le refroidissement du climat et le rajeunissement se poursuivant à l'orée du Quaternaire ont été suffisants pour porter les sommets vosgiens dans la zone des neiges éternelles. La couverture de glace a dès lors imprimé une marque décisive à la morphologie de la région.

SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES

Les sols, la végétation et les cultures sont régis par la pluviosité importante (plus de 1800 mm/an au Ballon de Servance), la température moyenne relativement faible (moins de 8°C) en altitude et la nature du sous-sol. L'exposition dominante vers le midi mettant beaucoup de versants à l'abri des vents du Nord est un facteur favorable à l'occupation du sol.

En altitude et sur le sous-sol granitique, une arène épaisse donne des sols profonds et assez fertiles où la forêt trouve d'excellentes conditions de développement. La forêt domaniale de Saint-Antoine, couvrant plus de 2722 ha d'un seul tenant, est une forêt mixte de feuillus et de résineux : Hêtre-Épicéa au-dessus de 800 m, Hêtre-Sapin entre 600 et 700 m, Hêtraie dans les parties basses. Par places, sur les versants exposés au Sud et en pente abrupte, le Sycomore et le Frêne sont abondants.

Dans la plaine, l'étage collinien est dominé par les forêts de Chênes, Chêne pédonculé (*Quercus pedunculata*) sur les sols profonds et frais (alluvions meubles), Chêne sessile (*Quercus sessiliflora*) sur les stations sèches (plateaux gréseux, éboulis sur versants exposés au Sud) ; le Charme (*Carpinus betulus*) les accompagne.

Parmi la couverture végétale, citons quelques stations botaniques remarquables, méritant la protection.

— Actuellement, le sommet du Ballon de Servance, dépourvu de forêts, est occupé par une lande où l'on décèle une mosaïque de groupements végétaux :

- lande à Myrtille (*Vaccinium myrtillus*) avec Gentiane jaune (*Gentiana lutea*), Arnica (*A. montana*) et Orchidées ;

- pelouse à Graminées avec Nard raide (*Nardus stricta*) ;

- lande à Bruyère (*Calluna vulgaris*) avec l'Épervière, la Raiponce, l'Airelle rouge et de beaux peuplements de *Lycopodium clavatum* fructifiant ici.

Notons que depuis l'abandon du pâturage, la lande est envahie vers l'Ouest et vers le Sud par des Sorbiers, des Épicéas et des Hêtres.

— La tourbière du Rosely, établie dans un cirque glaciaire vers 916 m d'altitude, est encore plus remarquable par la présence de plantes rares, véritables reliques glaciaires, et que le public est invité à ne pas cueillir : Camarine noire (*Empetrum nigrum*), *Drosera rotundifolia* (plante insectivore), Linaigrettes (*Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*), Orchidées, etc.

— Des landes à Bruyère couvrent les plateaux gréseux dénudés par l'érosion glaciaire n'ayant laissé subsister que les dalles de poudingues. On y relève deux ensembles floristiques différents (J.P. Perney, 1970) :

- un ensemble humide avec des Sphaignes ;

- un faciès plus sec dominé par la Bruyère (*Calluna vulgaris*), associée à des Molinies, des Potentilles et des Graminées. Ces landes sont parsemées de Saules, de Génévriers, de Bourdaines, de Bouleaux et de Fougères.

Notons que la forêt joue un rôle certain dans l'économie de la région, assurant par exemple au cours des années 1965 à 1970 un revenu annuel brut moyen de 266 F/ha. L'agriculture n'est pratiquée que dans les parties basses et dans les vallées, l'élevage se développant au détriment des cultures.

L'énrésinement excessif pratiqué au cours des dernières années sur les plateaux entre Ognon et Breuchin risque de transformer rapidement le paysage ouvert, offrant de vastes perspectives et agréable à visiter. Avec sa morphologie sous-glaciaire encore intacte, cette région est l'un des sites naturels les plus remarquables d'Europe occidentale.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Le territoire couvert par la feuille Giromagny jouit d'une situation privilégiée au point de vue hydrogéologique, due :

- à la très forte pluviosité (1500 à 2000 mm par an) ;
- à sa situation à la ligne de partage des eaux du réseau rhénan et du réseau rhodanien.

La présence d'une couche d'altération profonde, l'arène granitique étant en particulier très épaisse, formant éponge, et l'existence d'une couverture forestière presque continue, jouent un rôle régulateur efficace assurant aux cours d'eau un débit très régulier. La forte nébulosité entraîne une évapotranspiration faible et le coefficient d'écoulement des cours d'eau atteint près de 77 %.

Aussi, dispose-t-on dans les vallées, de ressources appréciables d'eau potable. Actuellement, on exploite les bassins de surcreusement :

- de Malvaux dans la vallée de la Savoureuse, fournissant au Syndicat de Giromagny plus de 6 000 m³/jour (prod. max. en été) ;
- de la maison forestière de Plancher-les-Mines dans la vallée du Rahin, fournissant au Syndicat de Champagny plus de 3000 m³/jour.

A l'aval de Plancher-les-Mines, les eaux du Rahin sont polluées ; une dérivation alimente la retenue de Champagny. Des puits creusés à Ronchamp en 1970 ont fourni des débits importants pour une industrie locale.

Dans la vallée de l'Ognon et à l'amont du Saut de l'Ognon, existe un bassin de surcreusement qui serait profond de 26 m environ (G. Seret, 1966, p. 529). Il n'est pas exploité par des puits, car ceux-ci, n'ayant pas dépassé 7 m il est vrai, ont fourni une eau polluée.

Mais le cône de déjection fluvioglaciaire de l'Ognon est exploité à l'Est de Saint-Germain-lès-Lure au moyen de puits fournissant des débits importants. Une étude systématique de tout le complexe fluvioglaciaire permettrait d'implanter des prises d'eau intéressantes.

Il en est de même de la vallée du Breuchin qui n'a encore fait l'objet d'aucune étude systématique. Un surcreusement (jusqu'à 20 m d'alluvions) a été constaté à l'Est de Froideconche (feuille Luxeuil-les-Bains). Un sondage de 35 cm de diamètre, creusé à Saint-Marie-en-Chanois (Saplest) et arrêté à 11 m, a fourni un débit de 100 m³/h sans abaissement de la nappe superficielle.

D'intérêt plus local sont les sources captées :

- les unes au pied des accumulations fluvioglaciaires, telle celle de la chapelle Saint-Hilaire, alimentant le Syndicat de la Haute Vallée de l'Ognon,
- les sources alimentées par des fissures dans le massif granitique, telle la source du tunnel du col des Croix, alimentant le Syndicat du Haut du Them,
- les innombrables sources de la base des grès triasiques, telles les sources dispersées autour du Mont de Vannes et alimentant Fresse, Saint-Barthélémy, Malbouhans, Ronchamp.

Notons enfin que plusieurs sites se prêteraient à la création de retenues.

RESSOURCES MINÉRALES

Roches exploitées

Sont exploités encore :

- comme matériaux d'empierrement : les rhyodacites dans les carrières de Lepuix-Gy,
- pour le sable, les ballastières dans les formations notées FG, Fx et Fz de la vallée de

l'Ognon, du Rahin et du Breuchin.

Les anciennes carrières de *porphyres* (Ternuay, Saint-Barthélémy) sont abandonnées (tombeau de Napoléon, Sphinx du château de Chantilly).

Les Grès à *Voltzia* et le poudingue ont été autrefois exploités comme pierres de taille et pour la fabrication de meules.

Gîtes minéraux

Les minéralisations observées dans le territoire couvert par la feuille Giromagny sont nombreuses et variées.

Elles ont été activement exploitées, autrefois, en particulier du XVI^{ème} à la fin du XVIII^{ème} siècle. Un historique des anciennes mines des environs de Giromagny, rédigé par Ch. Thirion (1935), donne un tableau très précis de l'activité minière de la région jusqu'en 1930. On y voit que, pendant de longues périodes, seulement le quart des filons connus étaient exploités et qu'à l'heure actuelle toute activité minière a cessé.

L'abandon des mines depuis de nombreuses années conduit au fait que notre connaissance des conditions de gisement est essentiellement bibliographique, avec quelques observations fragmentaires de surface et sur les minerais des haldes, la plupart des galeries étant inaccessibles.

A l'époque de son développement, Giromagny était une région minière importante (au deuxième rang, dans les Vosges) mais il faut noter que l'exploitation minière et la métallurgie étaient menées d'une façon plus artisanale qu'elle ne l'est à l'heure actuelle.

Dans la région de Giromagny, dix mines, en gros, ont été exploitées par intermittence, entre 1590 et 1793, soit deux siècles, et la production totale correspondante a dû être de l'ordre de 100 tonnes d'argent (métal aussi recherché que l'or, à cette époque). Pour permettre la comparaison, signalons que la mine de Largentière a produit 44,5 tonnes d'argent en 1970 et qu'elle est restée en exploitation durant une quinzaine d'années, que la production de la France en 1972 a été de 57,8 tonnes et la production mondiale, pour la même année, de 9 376 tonnes d'argent. Ceci permet de placer cette région minière dans le contexte actuel et de donner ses dimensions comparativement aux exploitations modernes.

Minéralisations en cuivre, plomb, zinc, argent, molybdène

On peut distinguer, suivant la classification adoptée dans la notice explicative de la carte des gîtes minéraux de la France à 1/320 000, feuille Vosges, trois grandes catégories de minéralisations.

— *Filons post-triasiques du socle*, ne recoupant pas de terrains jeunes, liés aux failles vosgiennes qui ont rejoué à l'Oligocène. L'association des minéraux de ces filons est : baryte, quartz, ankérite, fluorite, sidérose, rhodochrosite. Les sulfures sont subordonnés dans ce type de filon, caractérisé par l'abondance de l'ankérite manganésifère dans les parties non altérées. Les parties supergènes sont riches en divers oxydes de manganèse qui étaient autrefois exploités. Les filons sont encaissés dans les roches volcano-sédimentaires du Viséen ; seul le filon de la Fonderie est encaissé dans le *granite des ballons*. Leur directions sont variables de NW-SE à E-W, en général.

Seuls les minerais de fer et de manganèse ont fait l'objet d'exploitations dans les parties oxydées des gisements.

A ce type peuvent être rattachés les gîtes de Servance (46), Saphoz (47), La Fonderie (54) et, par analogie, ceux notés 41, 42, 43, 44 et 45 (cf. tableau).

— *Filons tardi-hercyniens (permiens) ou postérieurs (?)*

a) Filons à galène, chalcopryrite, quartz, fluorite avec blende et sidérose subordonnées.

b) Filons à galène, chalcopryrite, tétraédrite avec blende, sidérose et fluorite subordonnées.

Ces deux types sont supposés être d'âge alpin. Ils sont encaissés essentiellement dans la puissante série volcano-sédimentaire viséenne. Les associations minéralogiques

sont assez monotones : divers sulfures de Cu, Pb, Zn, Ag en proportion très variable dans les divers champs filoniens. Leur direction va de E-W à N-S. Il faut noter que la gangue est souvent fluorée ou barytée, ce qui était sans intérêt pour les anciennes exploitations mais pourrait valoriser des exploitations actuelles.

Il faut citer le filon N-S de Les Bandys, encaissé dans une syénodiorite sur la bordure nord du *granite des ballons*.

Au premier type de ces filons à galène et chalcopryrite, on peut rattacher les gîtes notés (cf. tableau) 1 à 10, 15, 16, 27 à 40, 48 à 50, 55 et 56.

Au deuxième type, appartiennent les gîtes des environs immédiats de Giromagny (11 à 14 et 17 à 26), dans lesquels des traces sporadiques de minéraux cobaltifères doivent être signalées.

— *Filons hercyniens ou paléozoïques (?)*

Les gîtes de ce type se rattachent très étroitement aux venues granitiques dont la mise en place s'est faite au Viséen moyen.

On peut distinguer un premier type à pegmatites passant à des filons à molybdénite, chalcopryrite, pyrite, etc. liés au *granite des ballons*. Les gîtes de Château-Lambert (51 et 52), de la Carrière du Saut de la Truite (57) et de La Prêle (Saint-Maurice - 53) sont à rattacher à ce type. Ils ont été exploités pour le cuivre au Moyen-Age, aux XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles, et repris pour le molybdène au XX^{ème} siècle.

Un deuxième type comprend les filons à scheelite, mispickel, chalcopryrite, galène, blende, fluorite, baryte, liés à des microgranites. A Château-Auxelles-Haut, un dyke de microgranite alcalin, altéré et silicifié, contient de la scheelite disséminée, en agrégats ou encore en filonnets associés au quartz, à de la baryte, de la fluorite et de la calcite. Dans ces filonnets, les sulfures sont localement abondants. Ce gîte, découvert en 1971, n'a pas fait jusqu'à présent l'objet d'exploitation.

Minéralisations uranifères

A Château-Lambert, des échantillons uranifères ont été repérés par étude radiométrique dans les haldes où ils sont très rares, de telle sorte qu'ils ne devaient constituer, dans le gîte, qu'une minéralisation très sporadique. Cette minéralisation (brannerite en cristaux allongés avec uraninite et anatase microscopiques) est apparemment liée à la molybdénite et moulée, comme celle-ci, dans la chalcopryrite et ses produits de cémentation (bornite, idaïte, chalcocite et covellite).

Dans la mine de Teutschgrund, on a observé des anomalies positives de radioactivité mais aucune minéralisation exprimée n'était observable.

Certains échantillons des déblais du puits du Culot, à Ronchamp, actuellement inaccessible, contiennent 1800 ppm d'uranium. Ces échantillons proviennent du niveau inférieur du Stéphanien moyen, dit talqueux, composé de matériaux volcaniques plus ou moins évolués, avec la couche de houille de *Mourière* de 80 cm de puissance.

Charbon — Bassin de Ronchamp

La série du bassin de Ronchamp est d'âge stéphanien. Elle est limitée au Nord par les affleurements situés entre Champagny et Mourière et plonge vers le Sud-Ouest.

Son épaisseur va en augmentant vers l'Ouest. Elle est formée de trois couches qui se fondent en une seule à l'Est avec terminaison par coincidence. La couche supérieure est surmontée de schistes à odeur de pétrole.

Cette formation est découpée par quelques failles à rejet de 10 à 100 mètres.

La série houillère a 150 à 250 mètres d'épaisseur dans la zone moyenne des parties exploitées.

La production moyenne annuelle, depuis le début du siècle jusqu'à la fermeture des mines en 1948, a été de l'ordre de 125 000 tonnes.

BIBLIOGRAPHIE

Publications

- ANDROZ A. et MORRE N. (1964) — Trachyandésite et microgranite de la Grève (H.S.). *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (2), Géologie, fasc. 18, p. 53-58.
- BARDY H. (1856-57) — Excursion minéralogique et géologique dans la vallée de Giromagny et histoire de ses mines. *Revue Als.*, Colmar, 1856, p. 508, 1857, p. 23.
- CARDOT Ch. (1911) — Le Trias inférieur de la haute vallée de l'Ognon. *Bull. Soc. belf. d'émulation*, n° 30, p. 1-55.
- CARDOT Ch. (1912) — Note complémentaire sur la flore fossile du Trias inférieur de la haute vallée de l'Ognon. *Bull. Soc. belf. d'émulation*, n° 31.
- COLLARD de MARTIGNY C.P. (1843) — Notice sur les mines de Giromagny. Nancy, 39 p.
- FOURNIER E. (1907) — Les recherches de houille en Franche-Comté, le massif de Saulnot et sa bordure. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), VII, p. 517.
- FOURNIER E. (1920) — Nouvelles études tectoniques sur la Franche-Comté et la partie du Jura bernois et neuchâtelois limitrophe de la vallée du Doubs. *Bull. Soc. géol. Fr.*, p. 141.
- FOURQUIN C. (1969) — Observations sur l'histoire et la stratigraphie antésudètes des Vosges méridionales. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, 269, p. 6-9.
- FOURQUIN C., GUÉRIN H., THÉOBALD N. et THIÉBAUT J. (1971) — Données nouvelles sur l'histoire géologique des Vosges méridionales. *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, p. 306.
- FOURQUIN C. (1973) — Contribution à la connaissance du tectorogène varisque dans les Vosges méridionales. *Sciences géol.*, Bull. 26, 1, p. 3-42, Strasbourg.
- GAGNY C. (1968) — Pétrogenèse du granite des Crêtes (Vosges méridionales, France). Thèse, Faculté des Sciences Nantes, p. 546.
- GRIVEAUX B. (1964) — Sur la présence de pillow-lavas dans les laves dinantiennes de la région de Mélisey (H.S.). *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3), Géologie, fasc. 2, p. 43-45.
- GUÉRIN H. (1967) — Les faciès de bordure du granite des Ballons d'Alsace et de Servance (Vosges méridionales). *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 20, 1, p. 37-58.
- GUÉRIN H. (1967) — Roches filoniennes du massif granitique des Ballons (parties S-E) (Vosges méridionales). *Ann. Univ. et A.R.E.R.S.*, 5, fasc. 3, p. 115-123.
- GUILLOT-DUHAMEL fils (An VI) — Rapport sur les mines de Giromagny situées dans les Vosges, département du Haut-Rhin, canton de Giromagny. *Journal Mines*, n° XXXIX, t. 7, p. 213-246 ; *Ibid.* n° XL, t. 7, p. 243-314.

- GUINTRAND Y. (1963) – Contribution à l'étude géologique de la région de Faucogney et la Mer (H.S.). Thèse 3^{ème} cycle, Fac. Sciences Besançon, 110 p., dactyl.
- HAMEURT J. (1967) – Les terrains cristallins et cristallophylliens du versant occidental des Vosges moyennes. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lor.*, 26, 402 p.
- KARPINSKI R.W. (1931) – Contribution à l'étude métallogénique des Vosges méridionales. Nancy, 142 p., 2 pl.
- LAGRANGE de (1848) – Mines et fonderies de Giromagny. Extrait du rapport de M. de LAGRANGE, Ingénieur de l'Établissement, Paris.
- LOUGNON J. (1956) – Rapport général sur les gisements de manganèse en France. Symposium sur le manganèse, XX^{ème} Congrès géol. intern., Mexico, t. V, p. 63-171.
- MARCHAL Ch. J. (1971) – Les mines d'argent, de cuivre et de plomb du Comté de Rosemont. *Rev. d'Hist. des Mines et de la Métall.*, t. III, n° 2, p. 113-147.
- MASSON A.F.J., marquis de PESAY (1772) – Le Ballon et les mines de Giromagny. *Soirées helv., als., et franc-comtoises*, 15^o et 18^o, Londres, I, p. 59-78. Reproduction in : STUEBER (1772) – « Curiosités de voyages en Alsace », p. 137.
- MEYER L. (1895) – Essai d'une minéralogie des environs de Belfort. *Bull. Soc. belf. d'émul.*, 14, p. 153-195, 3 pl.
- MEYER L. (1910) – Excursion minéralogique et géologique du 17/10/1909. *Ibid*, n° 29, p. 3-10.
- MEYER L. (1913) – Les Vosges méridionales à l'époque glaciaire. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 1911-1913, 346 p., 8 fig., 6 pl. 1 carte.
- MONET et GASC (1890) – Rapport sur les mines de Giromagny. Lille.
- SERET G. (1967) – Les systèmes glaciaires du bassin de la Moselle. *Soc. royale belge de Géographie*, vol. XC.
- SEYRIG J. (1942) – Notice sur le bassin houiller de Saint-Germain-lès-Lure. Belfort.
- THÉOBALD N. et THIÉBAUT J. (1961) – Présence de Permien au SW de Mélisey (H.S.). *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (2), 14, p. 189-191.
- THÉOBALD N. (1968) – La couverture triasique des Vosges dans les environs de Mélisey (H.S.) et dans l'angle SW de la feuille Giromagny au 1/50 000. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3), Géologie, fasc. 5, p. 15-23.
- THÉOBALD N., PERNEY J.P., CUGNIER G. (1970) – La retombée méridionale des Vosges en Haute-Saône. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3), Géologie, fasc. 9, p. 6-24.
- THÉOBALD N. (1971) – Géologie et hydrogéologie de la Haute-Saône. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3), Géologie, fasc. 14, 75 p., 10 pl., 2 cartes hors-texte.

- THIÉBAUT L. (1913) — Note sur les gisements miniers de Château-Lambert et du Thillot. *Procès-verb. Soc. Hist. nat. d'Autun*, p. 148-155.
- THIÉBAUT L. (1924) — La mine de plomb de Saint-Jean d'Auxelles. *Soc. Hist. nat. Autun*, 28^{ème} bull., p. 43-49, 1 fig.
- THIRION Ch. (1927) — Note sur la géologie et la métallogénie des environs de Giromagny. *Bull. Soc. ind. de l'Est*, n° 185, 19 p.
- THIRION Ch. (1935) — Étude géologique sommaire des gîtes de manganèse et de fer de Saphoz (Haute-Saône). Congrès inter. Mines, VII, Sect. Géol. appl., t. I, p. 165-171.
- THIRION Ch. (1935) — Les anciens gîtes métallifères des environs de Giromagny. Étude de géologie appliquée. *Mines Carr. et Gdes Entrep.*, n° 149, p. 8-11, 3 fig.
- THIRION Ch. (1935) — Historique des anciennes mines des environs de Giromagny (territoire de Belfort). *Mines Carr. et Gdes Entrep.*, n° 153, p. 1-11, 5 fig., 9 tabl.
- THIRION Ch. (1935) — La mine Saint-Daniel. *Bull. Groupe Anciens Élèves Inst. géol. appl., Univ. Nancy*, p. 16-21, 2 fig.
- THIRION Ch. (1935) — Les Vosges minières. La mine Saint-Jean et les mines des environs de Giromagny (territoire de Belfort). *Rev. Ind.* (Septembre 1938), p. 377-383, 8 fig.
- THIRION Ch. (1935) — Les Vosges minières. La géologie et les mines des environs de Giromagny (territoire de Belfort). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5^o, t. V, fasc. 1-2-3, p. 39-63, 3 fig., 1 tabl.
- THIRION Ch. (1936) — Les gîtes métallifères des Vosges (Vosges hercyniennes). *Revue Ind.*, 11 p., 11 fig.
- THIRION Ch. (1936) — Les mines de second plan des environs de Giromagny (territoire de Belfort). *Mines Carr. et Gdes Entrep.*, n° 162, p. 3-7 et n° 163, p. 1-7.
- THIRRIA N.E. (1833) — Statistique minéralogique de la Haute-Saône. Imp. Outhenin Chalandre, Besançon, p. 36.
- TRAUTMANN E. (1885) — Les gîtes minéraux de la France. Bassin houiller de Ronchamp.
- VÉLAIN et MICHEL-LÉVY A. (1910) — Feuille de Lure. Compte-rendu des collaborateurs pour la campagne 1909. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XXI, n° 128.
- WOILLARD G. (1973) — Mise en évidence de l'Eemien sur le plateau de Haute-Saône. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 276, p. 939-942.
- ZARAYAN S. (1959) — Description pétrographique des granites et des roches associées des environs de Château-Lambert (Vosges méridionales). Thèse, Univ. Paris, 57 p.

Cartes géologiques

- Carte géologique à 1/80 000, feuille Lure :
 - 1ère édition (1911), par Vélain et A. Michel-Lévy
 - 2ème édition (1940), par Mlle Cousin et A. Michel-Lévy
 - 3ème édition (1965), par N. Théobald
- Carte géologique de la Haute-Saône (1833), par N.E. Thirria
- Carte géologique des Vosges hercyniennes (1929), par J. Jung.

Carte des gîtes minéraux de la France à 1/320 000

Feuille Vosges (1960), coordination par F. Permingeat.

DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés, soit au S.G.R. Jura-Alpes, 43, boulevard du 11 Novembre, B.P. 6083, 69604 – Villeurbanne-Croix-Luizet, soit au B.R.G.M., 74, rue de la Fédération, 75015 – Paris.

AUTEURS

N. THÉOBALD et J. THIÉBAUT

M. BERNATZKY : Gîtes minéraux

TABLEAU DES PRINCIPAUX FORAGES EXÉCUTÉS SUR LA FEUILLE GIROMAGNY

N° archivage national	Coordonnées	Profondeur	Quaternaire	Trias	Permien	Carbonifère	Socle cristallin	But de l'ouvrage
411-5-0001	x : 916,095 y : 313,720 z : (+408)	75,35 m	* (+408)	* (+400)	* (+370,50)	-	-	équipement
411-5-0002	x : 913,550 y : 311,420 z : (+313)	172,00 m	* (+313)	* (+278)	* (+151)	-	-	eau
411-5-0003	x : 915,150 y : 310,340 z : (+310)	19,50 m	* (+310)	* (+290)	-	-	-	eau
411-5-0004	x : 914,300 y : 308,950 z : (+320)	820,00 m	-	* (permo-trias) (+320)	* (+320)	* (-225)	-	houille
411-5-0005	x : 914,140 y : 311,800 z : (+320)	442,50 m	* (+320)	* (+310)	* (+203)	* (+90)	-	houille
411-5-0006	x : 913,540 y : 311,420 z : (+315)	395,00 m	* (+315)	* (+296,50)	* (+155)	* (+23)	-	houille
411-5-0007	x : 911,540 y : 309,840 z : (+312)	461,75 m	-	* (+312)	* (+106)	* (-20)	-	houille
411-5-0008	x : 913,130 y : 310,280 z : (+310)	692,80 m	* (+310)	* (+301,90)	* (+68)	* (-137)	-	houille
411-5-0009	x : 915,020 y : 310,500 z : (+315)	24,50 m	* (+315)	* (+295)	-	-	-	eau
411-5-0010	x : 915,420 y : 310,500 z : (+315)	28,00 m	* (+315)	* (+289)	-	-	-	eau
411-5-0011	x : 915,340 y : 310,480 z : (+313)	21,15 m	* (+313)	-	-	-	-	eau
411-5-0012	x : 915,120 y : 310,335 z : (+310,92)	18,25 m	* (+310,92)	* (+297,40)	-	-	-	eau
411-6-0001	x : 918,500 y : 310,750 z : (+328)	389,35 m	* (+328)	* (+322,50)	* (+206)	* (+116)	-	houille
411-7-0001 à 411-7-0007	x : 924,890 y : 309,620 z : (+360)	10,75 m	* (+360)	-	* (+351)	-	-	eau
411-8-0001	x : 936,700 y : 319,500 z : (+591)	30,00 m	* (+591)	-	-	-	-	eau
411-8-0003	x : 936,800 y : 319,300 z : (+592)	35,50 m	* (+592)	-	-	-	-	eau
411-8-0004	x : 931,800 y : 318,530 z : (+570)	20,30 m	* (+570)	-	-	-	* ? (+555) ?	eau
411-8-0005	x : 931,620 y : 318,340 z : (+575)	11,60 m	* (+575)	-	-	-	-	eau

N.B. : Les emplacements des forages de recherche de houille ne sont pas connus avec une grande précision.

Légende : * : présence de la formation considérée
(+408) : cote approchée du toit de la formation considérée, rencontrée en forage.

ANCIENNES EXPLOITATIONS MINIÈRES ET MINÉRALISATIONS

N° des gîtes sur la carte	N° d'archivage national	Nom des gîtes ou travaux	Minéralisations	Bibliographie
	00-17	Saint-Jean :		
1a	"	Travers-bancs inférieurs	(As), Pb, (Ag), (Cu)	T, G, Fa, Th
1b	"	Travers-bancs supérieurs	"	"
1c	"	Haldes supérieures et puits	"	"
2	"	Travaux de Genssane	Pb	G, Fa
3	"	Gesellschaft	F, Pb, (Ag), Cu	G
4	"	Bragalle	Fc, Cu, Pb	G
		Saint-Philippe :		
5a	"	Travers-bancs inférieurs	F, Pb, Cu, Fe	G, Fa, T, M
5b	"	Saint-Philippe	"	"
6	"	Saint-Urbain	Pb, Cu	G
7	"	Saint-Martin	Pb, Cu	G
8	"	Sainte-Barbe	F, Pb, Zn	G
9	"	Schellmütte	Pb, Cu	G, Fa, T, M
10	"	L'homme sauvage	Pb ? Au	G
11	00-18	Teutschgrund	F, Cu, Pb, (Ag)	G, Fa, T, M
12	"	Saint-Daniel-Phanitor et Pfennighurm	F, Cu, Pb, (Ag), (Zn)	G, Fa, T, M
13	"	Saint-Pierre	F, Cu, Pb, (Ag)	G, M
14	"	Saint-Georges	As, Cu, Zn, Ag, Sb	G
15	00-16	Goutte Saint-Guillaume	F, Cu	G, Fa
16	"	Sainte-Claire	Cu	G
17	00-18	La Beusinière	As, Cu, Pb	G
18	"	Les Trois Rois	"	G
19	"	Saint-Michel	Pb	G
20	"	Sainte-Marie	"	G
25	"	Gold Grub	Cu, Pb	G
26	"	Goutte Louis (Malvaux)	As, Au	G
27	00-15	Le Mont	F, Zn, Pb, Cu, Fe	G, K
28	"	Les Roches	F, Pb, Cu	G, K
29	"	La Grande Montagne	F, Pb, Zn, Cu	G, D, K
30	"	Le Loury (Notre-Dame)	F, Pb, Cu	G, D, K
31	"	Le Crémillot	F, Pb, Cu	G, D, K
		Baisse-de-la-Vache :		
32a	"	Sainte-Barbe	F, Pb, Zn, Cu, Fe	G, D, K
32b	"	Saint-Jacques	"	"
32c } 32d - 32e }	"	Le Mourelot	"	"
33	"	Après la Croix du Choléra	F, Pb, Zn	G, D, K
34	"	Pont Petitgnan	Cu, Pb, Zn	G, D, K
35	4-3	Pont-Piron	Pb, Cu, Fe	G, K
36	00-15	Le Charbonnier	As, Pb, (Ag)	G, K
37	00-14	Mont de Vannes	F, Ba, Pb, Zn, Cu	K, Fl, Gr, M
38	"	Le Magny-de-Fresse	F, Pb, Zn	K, Gr
39	"	Granges du Mont de Vannes	Ba	Gr
40	"	Mont Chaton	Ba	Gr
41	6-3	Combrageot	F, Pb	K, Gr
42	00-13	Le Mont-Jean	Fe	Gr
43	00-5	Bois Georges	Fe	Gr
44	00-6	Les Étroitures de Ternuay	F	Gr
45	3-1	L'Envers de la Grève	Ba, Fe	K, Gr
46	00-8	Servance	Ba, Fe, (Mn), (Cu)	K, Fl, Gui
47	00-4	Saphoz	Ba, Fe, Mn	K, Fl, Gui
48	00-2	Saint-Bresson (La Broche)	F, (Ba), Pb, (Ag), (Cu)	K, Fl, Gui
49	00-3	Lanoz du Pin	F, Ba	Gr
50	00-7	Les Baudys	F, Pb, Zn	K, Fl
51	00-9	Château-Lambert	Mo, Cu	K, T, Br
52	00-12	Château-Lambert (Les Mines) - Le Thillot	Mo	K, Gr
53	00-11	La Prêle (Saint-Maurice, Rossly)	Mo	Br
54	00-10	La Fonderie	Ba, F, Fe, Mn	K, Fl
55	00-15	Saut de la Truite	F, Cu, Zn	D
56	00-1	La Broche	F, Fe, Mn	K
57	4-2	Carrière du Saut de la Truite	Mo	G
58	6-2	Ronchamp (ancien puits du Culot)	U	

Abréviations bibliographie :

K - Karpinski	T - Thirion	Fa - Faivre	Gr - Griveaux
G - Guérin	M - Meyer	Br - B.R.G.M.	Gui - Guintrand
Fl - Fluck	D - Dubant	Th - Thiébaud	