



CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

ST-DIÉ

XXXVI-17

ST-DIÉ

La carte géologique à 1/50 000
ST-DIÉ est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :

- au nord-ouest : LUNÉVILLE (N° 70)
- au nord-est : STRASBOURG (N° 71)
- au sud-ouest : EPINAL (N° 85)
- au sud-est : COLMAR (N° 86)

LUNÉVILLE	CIREY- S-VÉZOUZE	MOLSHEIM
RAMBERVILLERS	ST-DIÉ	SÉLESTAT
BRUYÈRES	GÉRARDMER	COLMAR- ARTOLSHEIM

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

	Page
INTRODUCTION	2
<i>APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE</i>	2
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	3
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	3
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	4
DESCRIPTION DES TERRAINS AFFLEURANTS.....	5
<i>ROCHES CRISTALLINES</i>	5
<i>ROCHES FILONIENNES</i>	7
<i>TERRAINS CRISTALLOPHYLLIENS</i>	8
<i>PRIMAIRE</i>	12
<i>SECONDAIRE</i>	24
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	25
GÉOLOGIE STRUCTURALE	30
OCCUPATION DU SOL.....	33
<i>SOLS ET VÉGÉTATION</i>	33
<i>PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE</i>	33
<i>DONNÉES GÉOTECHNIQUES</i>	34
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS.....	34
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	34
<i>SUBSTANCES UTILES NON MÉTALLIQUES</i>	35
<i>GÎTES MINÉRAUX</i>	36
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	39
<i>DESCRIPTIONS DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES</i>	39
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	40
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	44
AUTEURS DE LA NOTICE.....	45

INTRODUCTION

APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE

La feuille Saint-Dié prend le relais, vers l'Ouest, de la feuille Sélestat, couvrant ainsi toute la moitié occidentale des Vosges cristallines du Nord et une partie des Vosges moyennes lorraines. Le touriste peut se référer à la carte Michelin n° 62 en ce qui concerne le réseau routier. Les reliefs, mis à part le Climont, trapèze gréseux de 970 m, ne dépassent guère 850 m, d'une part dans le domaine cristallin situé au Nord-Ouest de Saales, d'autre part dans les sommets gréseux de la montagne d'Ormont au Nord de Saint-Dié. Cet ensemble s'ennoie progressivement vers l'Ouest et le Nord-Ouest en direction du Bassin de Paris.

Par contre, le secteur sud-est de la carte, fait de gneiss et de granités, amorce une remontée en direction du domaine des crêtes et des chaumes des hautes Vosges.

La Meurthe, principal cours d'eau, à la vaste vallée, s'écoule du Sud au Nord, de Saulcy-sur-Meurthe à Raon-l'Étape. Ses interminables méandres indiquent la faible pente de son lit (50 m de dénivelée sur 18 km à vol d'oiseau). Elle reçoit sur sa rive droite la Fave, importante rivière grossie par de nombreux affluents, la Hure et le Rabodeau. Sur sa rive gauche le ruisseau de Taintrux et la Valdange ne sont actuellement que de fort petits cours d'eau.

Les vallées sont occupées par des habitations, des pâturages et des bosquets. Les montagnes gréseuses sont couvertes de forêts de conifères. Sur le domaine cristallin alternent les forêts mixtes, les prés et les champs cultivés.

Un peu d'industrie s'est installé à Saint-Dié, à Senones et dans la basse vallée du Rabodeau, à Raon-l'Étape.

Dans le quart nord-est du territoire de la feuille, la haute vallée de la Bruche occupe le fond du fossé de Saales ; la Bruche s'écoule vers le Nord après avoir pris naissance sur les flancs du Climont.

Au caractère alsacien de la haute vallée de la Bruche s'oppose le caractère vosgien de la partie centrale de la feuille, où de très nombreuses et pittoresques petites agglomérations sont reliées entre elles par un dédale de petites routes goudronnées.

Quatre cols importants font communiquer le versant alsacien avec le versant lorrain ; du Nord au Sud : le col du Hantz (637 m), le col de Saales (556 m), le col d'Urbeis (602 m) et le col de Sainte-Marie-aux-Mines (772 m). Deux petits cols d'importance secondaire font communiquer le pays de Saales et de la Grande-Fosse avec la commune de Ban-de-Sapt ; ce sont le col du Las (702 m) et celui d'Hermanpaire (627 m). Une particularité morphologique est à signaler : l'érosion, en une cuvette ouverte vers le Nord-Ouest, du grand massif granitique de Senones, dont les eaux vont alimenter le Rabodeau.

Mis à part ce secteur érodé, on rencontre partout le socle au niveau de la pénélaine hercynienne, décapée en grande partie de ses dépôts permo-triasiques, déformée par le jeu de la tectonique tertiaire et quaternaire, entaillée et tronquée par la morphogenèse plio-quaternaire.

Ce socle comprend un massif volcano-sédimentaire d'âge dévonien, accompagné de roches cristallines (diorites et granodiorites, granité intrusif de Senones) dans la partie septentrionale.

La zone dite du Climont est représentée par l'extrémité ouest des écaillles tectoniques de Lalaye—Lubine et de la série précambrienne de Ville chevauchant les schistes siluriens de Steige.

La partie méridionale du territoire de la feuille est occupée par des gneiss, des granito-gneiss et des migmatites dans lesquels le granité des Crêtes a fait intrusion, séparant le domaine de Fraize—Urbeis du pays de Sainte-Marie-aux-Mines.

En résumé, la feuille Saint-Dié couvre un pays extrêmement varié, pittoresque par ses paysages, attachant par son exposition, intéressant à de multiples points de vue tant pour le géologue que pour le géographe.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

La cartographie de la feuille Saint-Dié n'est pas aisée. La couverture végétale (forêts, plantations, herbages) est dense et générale. Les affleurements de bords de routes sont rares et le relief mou donne actuellement peu de prise à l'érosion et au décapage. Si les formations tabulaires du Trias (et parfois du Permien) peuvent parfois être dessinées par extrapolation, il n'en est pas de même du socle pour lequel il faut souvent se contenter d'éboulis, d'arènes, voire de certains types de végétation pour établir un diagnostic. Certains secteurs comme la zone du Climont et celle de la Grande-Fosse ont fait l'objet d'une cartographie à l'échelle de 1/10 000.

À la variété des terrains, qui nécessite la mise à la tâche de plusieurs spécialistes (cristallin, cristallophyllien, volcanisme, sédimentaire, Quaternaire), s'ajoute une tectonique compliquée. Ainsi par exemple, les directions de cassures affectant le Permo-Trias font un angle léger avec celles plus anciennes du socle, qu'elles recoupent cependant.

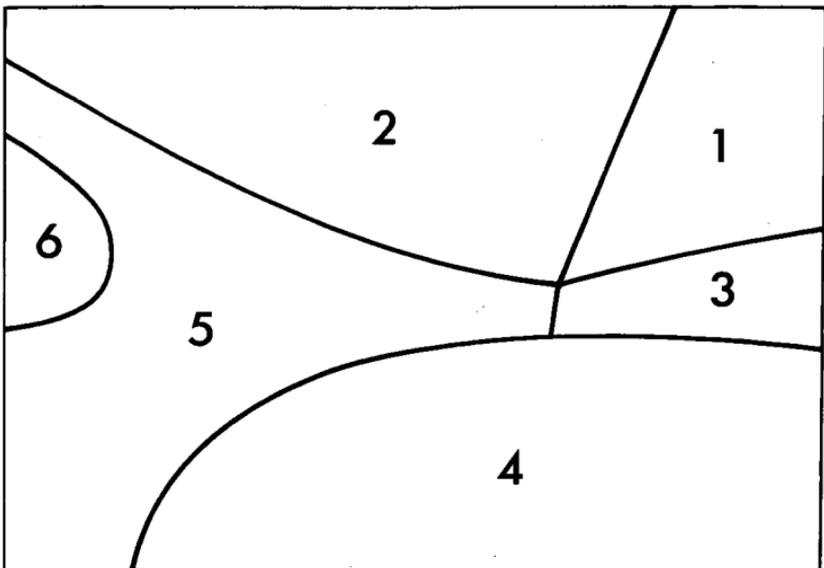
Un élément important est récemment venu apporter des informations précises : la pose du gazoduc d'Alsace entre Raon-l'Étape et le col d'Urbeis pour lequel une tranchée de plus de deux mètres a été creusée en 1969.

Les photos aériennes ont également permis de contrôler ou d'établir le tracé de certaines failles et de certaines formations en particulier des dépôts quaternaires.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Saint-Dié est occupée par six secteurs géologiques que l'on peut distinguer.

(1) L'extrémité occidentale du massif du Champ-du-Feu, dont l'essentiel se trouve sur les feuilles Sélestat et Molsheim et limitée par la faille de Saales. On y trouve le



Silurien, le Dévonien et les bandes de roches plutoniques orientées NE—SW ; toutes ces formations disparaissent sous le Permo-Trias de Saales—Champenay.

(2) Au-delà de la faille de Saales vers l'Ouest on entre dans le massif de Moyenmoutier—Senones—la Grande-Fosse qui se prolonge finalement, dans le quart nord-ouest de la feuille, dans le petit triangle de socle de Raon-l'Étape. Si l'on fait abstraction de la couverture permo-triasique, on a un grand massif dévonien, essentiellement volcanique (à vrai dire l'âge du *trapp* de Raon-l'Étape n'est pas connu), pénétré par des filons et masses doléritiques et microgranitiques. La portion méridionale est caractérisée par la présence de diorites et de granodiorites qui pourraient représenter le prolongement des roches plutoniques du massif du Champ-du-Feu. Le cœur de ce horst est occupé par le granité intrusif de Senones. Les intercalations volcaniques basiques dans le Permien sont présentes en deux endroits : dans le secteur de la Grande-Fosse et au Nord-Ouest de Senones.

(3) La zone du Climont et de Colroy-la-Grande détient son originalité d'une part de la tectonique d'écaillés qui l'affecte, d'autre part des roches apparemment si étrangères au reste du socle vosgien : schistes verts, micaschistes, gneiss dioritiques, blastomylonites. Le biseautage, vers l'Ouest, de ces éléments donne à penser que l'on a affaire à leur disparition, au niveau de la Grande-Fosse, sous forme d'un seul linéament tectonique caché sous la couverture permo-triasique, accusant fictivement la limite entre Vosges moyennes et Vosges cristallines du Nord.

(4) Le quatrième secteur est occupé par les gneiss et les migmatites des Vosges moyennes au sein desquels apparaît une portion du granité des Crêtes ou granité de Sainte-Marie-aux-Mines.

(5) Dans ce domaine c'est la couverture permo-triasique du Bassin de Saint-Dié qui annonce les grands ensembles sédimentaires du Bassin de Paris. De grands sommets tabulaires sont couronnés par le Conglomérat principal.

(6) Enfin, dernier bastion du socle des Vosges du Nord, à l'Ouest, le massif d'Étival, avec ses diorites et ses granodiorites, est bordé au Sud par d'importantes venues volcaniques attribuées au Permien et masquant en bonne partie les schistes ordoviciens de Saint-Michel-sur-Meurthe.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

L'histoire géologique des terrains rencontrés appartient à quatre périodes : anté-hercynienne (Précambrien, Silurien), hercynienne (Dévono-Dinantien), post-hercynienne, Quaternaire. Au Précambrien sont attribués les terrains cristallophylliens de Fraize—Urbeis et de Sainte-Marie-aux-Mines d'une part, les écaillés du Climont et la série de Ville d'autre part. Un métamorphisme et une tectonique au moins cadomienne les a affectés une première fois. Les schistes siluriens de Steige et de Saint-Michel-sur-Meurthe marquent un intéressant jalon stratigraphique entre le socle ancien et les dépôts dévoniens. Ceux-ci sont essentiellement volcano-détritiques et ont été pénétrés par des venues magmatiques annonçant le plutonisme hercynien proprement dit qui fut un peu partout la cause d'un intense métamorphisme thermique. Le Permien, caractérisé surtout par des dépôts détritiques, a été aussi l'époque d'importantes venues volcaniques acides (rhyolites, rhyolites ignimbritiques) et basiques (andésites et basaltes) dont la répartition semble assez capricieuse ; ce volcanisme est cependant cantonné dans la portion de socle appartenant aux Vosges cristallines du Nord et plus spécialement au voisinage (ou dans le prolongement) des grands décrochements. La dislocation de Lubine marque aussi la limite nord des dépôts houillers (Stéphanien) et a rejoué, semble-t-il, jusqu'au Saxonien. La pénéplaine post-hercynienne a été très tôt découpée en grands blocs affaissés ou remontés les uns par rapport aux autres de sorte que c'est une pénéplaine polygénique qui a été creusée et modelée par les fleuves des grandes glaciations quaternaires.

DESCRIPTION DES TERRAINS AFFLEURANTS

ROCHES CRISTALLINES

Domaine du Champ-du-Feu et de Senones

Ces roches comprennent des diorites, granodiorites et granités issus d'un plutonisme de caractère fondamental (réactivation d'un ancien socle) et des granités intrusifs.

Roches cristallines fondamentales

η. *Diorites à grain fin et faciès hétérogènes.*

ρ^{γ⁴}. *Granodiorites porphyriques de Stampoumont.* Les diorites se rencontrent essentiellement en trois endroits : au Sud de Colroy-la-Roche (Ranrupt), à l'Est, aux environs de Denipaire et du Fraiteux (centre de la feuille) et tout à fait à l'Ouest au Sud d'Étival (Deyfosse). Elles sont loin d'avoir les mêmes caractères pétrographiques mais ont en commun de passer à des granodiorites.

A Ranrupt, les diorites massives à grain fin alternent avec des diorites quartzifères à grain très grossier. Le petit massif est coiffé par une granodiorite porphyrique (porphyre de Stampoumont, ρ^{γ⁴}) à grandes amphiboles, dont la signification nous échappe pour l'instant.

A Denipaire et au Fraiteux, on rencontre une belle diorite tachetée de phénoblastes et nids d'amphibole, mais également une diorite noire à grain moyen où la pureté des feldspaths leur donne une transparence noire.

Cette diorite est en relation d'une part avec des dolérites, à l'Ouest, d'autre part avec des granodiorites de plus en plus potassiques, à l'Est.

A Deyfosse et à Saint-Rémy, une diorite vert sombre, à deux amphiboles, parfois très grossière, affleure çà et là dans de mauvaises conditions. On peut l'observer le long de la voie ferrée à la hauteur de Deyfosse. Vers le Nord elle ne tarde pas à être pénétrée par des filonnets et nuages quartzo-feldspathiques (le Ménil) et passe ainsi à une granodiorite à enclaves de diorite.

γ⁴. *Granodiorite du Champ-du-Feu sud et de Nayemont-Ban-de-Sapt.* ε^{γ⁴}. *Granodiorite à enclaves.* La granodiorite de Nayemont—Ban-de-Sapt est particulièrement visible sur la route de Saint-Jean-d'Ormont à Launois (commune de Ban-de-Sapt). Tantôt grise, lorsque les feldspaths sont légèrement séricitisés, tantôt violacée, lorsqu'ils sont purs et que les ferro-magnésiens sont altérés, cette belle roche est le pendant des granodiorites du Hohwald et du Champ-du-Feu sud du versant alsacien (feuille Sélestat).

Il s'agit d'une granodiorite typique à grain moyen j-écéant biotite et amphibole, de l'orthose interstitielle, du plagioclase (andésine) et du quartz. La roche se charge d'enclaves au Nord de la Grande-Fosse. Ces enclaves sont sans doute le produit de démantèlement de la série volcanique voisine. Elles se présentent sous la forme de masses sombres à aiguilles d'amphibole semblables aux *nadeldiorit* du massif du Champ-du-Feu. Vers l'Ouest et le Sud-Ouest la granodiorite s'enrichit en nids d'amphibole et passe à la diorite.

ρ^{γ^{3-4L}}. *Granodiorites à faciès grossier : Granité du Hohwald, faciès Louisenthal.* Il s'agit de l'extrémité occidentale de la bande granodioritique dite du Louisenthal (feuille Sélestat, au Nord du Hohwald). La roche a un grain grossier, est souvent rubéfiée ; elle métamorphose à son contact les schistes de Steige. Soulignons que cette granodiorite réapparaît à l'Ouest le long des schistes de Saint-Michel-sur-Meurthe sous forme d'une étroite bande limitée d'autre part par la diorite de Deyfosse.

γ^{3m}. *Granité à biotite du Champ-du-Feu nord.* ε^{γ³⁻⁴}. *Granité à enclaves de Waldersbach - « Nadeldiorit ».* Le granité du Champ-du-Feu nord est une roche rose ou beige, à grain relativement fin, parfois saccharoïde. Il est pratiquement dépourvu

d'amphibole. C'est ce granité qui sert de liant dans la formation dite *granité de la Serva* où de très nombreuses enclaves basiques à semi-basiques sont pénétrées par le granité et parfois plus ou moins digérées. La nature de ces matériaux disloqués et métamorphisés donne à penser qu'une série volcano-sédimentaire au moins dévonienne (surtout volcanique) a été pénétrée par le magma au toit d'une masse plutonique profonde.

γ^3 . *Granité à biotite de Fouday et de Saint-Stail*. Le granité de Fouday et le petit compartiment granitique de Saint-Stail sont apparentés à l'ensemble des granités du Champ-du-Feu bien qu'ils constituent une petite bande bien individualisée. A grain moyen, de couleur grise ou beige, le granité de Fouday (Barenbach sur la feuille Molsheim) touche la bordure des terrains dévono-dinantiens de la Bruche qu'il métamorphise.

Roches cristallines intrusives

$\rho\gamma^{3-4}$. *Granité porphyroïde de Senones*. Le granité qui s'étend largement au Sud de Senones, bien circonscrit, est un remarquable granité intrusif généralement porphyroïde rouge violacé à rouge orangé. Plusieurs carrières y ont été ouvertes dont certaines (le Ménil de Senones par exemple) sont encore en activité. Ses contacts avec les roches encaissantes ne sont pratiquement visibles nulle part. Il est érodé par des vallées s'écoulant vers le Nord-Ouest ; on peut déduire de sa géométrie qu'il s'agit plus d'une masse plutonique plongeant vers le Nord sous le Dévonien (qu'il métamorphise) que d'un massif de type batholitique.

Les carrières distinguent le *Feuille morte* du *Rouge Corail*. Du point de vue pétrographique la différence ne se justifie guère, sinon, comme pour les granodiorites de Ban-de-Sapt, par le degré d'altération soit des plagioclases, soit des ferromagnésiens. Le *Feuille morte* aurait subi tardivement une altération hydrothermale. Au microscope on trouve du quartz (20%), du microcline envahissant (27%), du plagioclase (37 %), de la biotite (7 %), de l'amphibole (8%). En plusieurs endroits on rencontre au sein du granité des lamprophyres du type *minette* (microsénéite micacée) et des aplites. Il envoie de rares filons de microgranites dans les granodiorites encaissantes (région de Saint-Jean-d'Ormont).

γ^1 . *Granité acide, hyperalcalin de Raon-l'Étape, Granité de la Petite-Fosse, granophyre et rhyolite*. Les granités de Raon-l'Étape et des Brûlées sont des granités hercyniens tardifs, réplique du granité du Kagenfels, bien connu dans le cadre de la feuille Molsheim.

Le granité de Raon-l'Étape affleure mal et seulement à la faveur des vallées de la Meurthe et du Rabodeau. Au Nord il butte contre le Dévonien ; ailleurs il disparaît sous la couverture permo-triasique.

Du point de vue pétrographique, le granité contient du quartz (33 %), de l'orthose (54%), du plagioclase acide (7,5 %), de la biotite et autres minéraux sombres en petite quantité (4,5 %) ; on y trouve, comme dans le Kagenfels, de la fluorite (0,7 %). On ne lui connaît pas de cortège filonien.

Le granité des *Brûlées* au Nord de la Grande-Fosse est également essentiellement composé de quartz, orthose perthitique, plagioclase acide et biotite, magnétite en faible quantité. Il est de couleur rose à beige, d'aspect saccharoïde avec des mioles chargées de minéraux rubéfiés. On lui attribue les filons de microgranites et de granophyres qui prennent une certaine importance à la Petite-Fosse et à la Grande-Fosse.

L'intérêt de ces granités est petit du point de vue de leur extension. Mais il convient de souligner que leur intrusion a précédé de peu les dépôts permien et les intercalations de tufs rhyolitiques que l'on y rencontre à la base du Saxonien. Ils représenteraient comme le granité du Kagenfels des massifs hypo-volcaniques tardihercyniens annonciateurs du volcanisme acide.

Domaine de Sainte-Marie-aux-Mines

γ_a^{3K} . **Granité à actinote.** Le granité des Crêtes est l'un des granités les plus célèbres des Vosges. La portion qui affleure sur le territoire de la feuille Saint-Dié est également connue sous le nom de granité de Sainte-Marie-aux-Mines. Ce granité est, dans son faciès le plus répandu, porphyroïde et de couleur sombre, bleue ou noire. Les phénocristaux sont fréquemment orientés donnant une apparence de *fluidalité*. Les grands cristaux de feldspath potassique sont poecilithiques, zones, gris bleuté tandis que les plagioclases sont verdâtres ; le reste de la roche, à côté d'un peu de quartz peu visible à l'œil nu, est constitué de ferro-magnésiens. Voici les proportions de ces minéraux :

Quartz : 12-18%.

Feldspath potassique : 27-55 %.

Plagioclase (An₃₀) : 10-20 %.

Biotite phlogopitique + actinote : 20-40 %.

Diopside, zircon, apatite, sphène, allanite sont les minéraux accessoires.

Du point de vue chimique on a une grano-syénite d'où le nom commercial de *syénite des Vosges*.

Le granité des Crêtes a fait intrusion le long de la dislocation majeure des Vosges dite faille de Sainte-Marie-aux-Mines à la Bresse. Il résulte probablement de la réactivation magmatique du granité fondamental à amphibole des Vosges moyennes et s'est installé sous forme d'une gigantesque lame granitique extravasée sur le socle cristallophyllien à l'Est de la faille. Les microsyérites quartzifères peuvent représenter son cortège filonien.

ROCHES FILONIENNES

Les roches filoniennes sont classées ici par types de roches et non en fonction des corps plutoniques dont elles pourraient représenter le cortège. Elles sont toutes anté-permiennes.

$\mu\gamma$. **Microgranites et rhyolites.** Les microgranites filoniens représentés par ce caisson se situent dans le domaine de la haute Bruche et dans celui des Vosges moyennes. Les autres ont été décrits soit avec la série dévonienne (massif de Moyennoutier) soit avec le granité *des Brûlées* (région de la Grande-Fosse).

Il n'est pas possible de choisir un terme moyen, ces microgranites étant extrêmement changeants. Les microgranites de la Bruche appartiennent aux cortèges filoniens des granités intrusifs dans le massif du Champ-du-Feu (Natzwiller, Kagenfels, cf. feuille Molsheim). Ils sont tantôt fins, tantôt porphyriques à moyens ou grands cristaux de couleur rouge violacé à blanche.

Un microgranite particulier se détache au Sud de Bourg-Bruche des types plus banals : encaissé dans les schistes de Steige cornéifiés, il est brun, à grands cristaux de quartz, à fond grossièrement saccharoïde et ne peut être rattaché à aucune intrusion granitique.

Les microgranites roses qui appartiennent au sein du granité des Crêtes, en compagnie de la rhyolite du Robinot, sont à considérer comme des émanations du granité de Luschpach—Brézouard qui est supposé exister en profondeur le long de la faille de Sainte-Marie-aux-Mines. Ils sont en général à grands cristaux se détachant sur un fond granophyrique. Ils atteignent un grand développement plus au Sud dans le périmètre de la feuille Gérardmer.

La rhyolite du Robinot est caractérisée à l'affleurement par de superbes structures rhéomorphes ou fluidales. De couleur grise à rose violacé elle se débite selon les plans d'orientation des coulées; elle représente sans doute un stade du développement hypovolcanique (ou volcanique) des granités acides tardi-hercyniens des Vosges moyennes.

$\mu\gamma_D^5$. **Microsyénites quartzifères à pyroxène.** Les microsyénites quartzifères sont présentes aux abords du granité des Crêtes (γ_a^{3K}) en masses allongées et en filons et peuvent être considérées comme ses satellites. La direction de leur allongement varie et simule un système rayonnant autour de la région de Sainte-Marie-aux-Mines. Leur aspect, toujours sombre, varie cependant selon leur structure. Elles contiennent du quartz, de l'orthose, du plagioclase (An 32-40), biotite, amphibole, pyroxène, apatite, sphène, dans une pâte felsitique à micro-pegmatitique. Le bord noir des micas rappelle ceux des minettes. La vitesse de refroidissement a une grande influence sur les variations pétrographiques, alors que la composition chimique est d'une remarquable homogénéité et se rapproche de celle d'une monzonite quartzifère.

$\Sigma\beta$. **Diabases.** Le terme de *diabase* pour les roches généralement verdâtres que l'on rencontre dans les schistes de Steige n'est en réalité pas très approprié mais découle d'un usage traditionnel ; Rosenbusch les appelait autrefois *leucophyres* à cause de l'altération blanche des éboulis. Dans le cadre de la feuille Saint-Dié, seuls deux ou trois filons, ou masses filoniennes, sont connus entre Bourg-Bruche et la ferme de l'Évreuil, en rive gauche de la rivière. Dans une pâte peu différenciée apparaissent chlorite, amphibole, minéraux opaques, plus rarement des pyroxènes ; certains faciès sont aphanitiques (Sud de l'Évreuil).

$\mu\eta$. **Microdiorites.** Les microdiorites, assez rares, appartiennent aux Vosges cristallines du Nord. Les filons sont de peu d'importance. Seule une masse porphyrique mérite mention, aux environs de la Grande-Fosse ; là, de petites masses non représentables sur la carte (Petite-Fosse) ont également été localisées.

Lamprophyres. Les lamprophyres n'ont certainement pas tous été repérés. On peut dire que, dans le domaine des Vosges du Nord, il s'agit exclusivement de minettes et exceptionnellement de vogésites.

V, V². **Kersantites.** Les kersantites occupent quelques gisements dans le granité des Crêtes. Si certains lamprophyres sont sans rapport avec les intrusions granitiques, d'autres sont étroitement liés à des granités tels que le granité de Senbnes. Mais l'étude de ces filons n'est pas encore très avancée tant du point de vue de la pétrographie que de la géochimie.

Q. **Filons de quartz.** Les filons de quartz sont localisés dans le secteur à l'Est de Colroy-la-Roche. On observe jusqu'à Blancherupt (Fouday) plusieurs filons de quartz laiteux et lentilles d'exsudation dont l'origine est encore hypothétique; les affleurements sont très rares et il s'agit en général de masses d'éboulis.

Δ . **Éclogites.** Les éclogites ne se rencontrent plus qu'en très rares blocs déchaussés dans la vallée en amont de Combrimont. Il semble s'agir d'une petite intercalation dans les gneiss rubanés de l'unité d'Urbeis.

La roche fraîche gris-vert à amphibole primaire (carinthine) et omphacite (en général altérée) est ponctuée de grenats rouges millimétriques (parfois frangés d'une couronne kélyphitique). Ce type peut être plus ou moins amphibolitisé. Selon J. Hameurt (1967), ces roches pourraient résulter d'une recristallisation, dans les conditions les moins intenses du faciès éclogite, d'un petit dyke ou si II de roche noritique.

Les éclogites, plus ou moins modifiées, se rencontrent également dans la zone granulitique des gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines (feuille Gérardmer).

TERRAINS CRISTALLOPHYLLIENS

Séries métamorphiques de Sainte-Marie-aux-Mines et d'Urbeis

Les gneiss, qui occupent dans le périmètre de la feuille Saint-Dié la partie la plus montagneuse (986 m au Haut des Héraux), affleurent en deux ensembles géogra-

priques séparés par la lame du granité des Crêtes qui jalonne la faille de Sainte-Marie-aux-Mines.

L'ensemble nord-ouest, le plus vaste, occupe plus particulièrement le versant occidental du massif et se compose des séries d'Urbeis et de la Croix-aux-Mines. Quant à la série des gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines, au Sud-Est du granité, elle ne s'étend que très peu dans le cadre de la feuille considérée, où elle n'est représentée que par quelques termes du *groupe à lithologie variée*.

Les gneiss d'Urbeis

Ils s'étendent sur une largeur de 2 à 4 km de la région d'Urbeis (feuille Sélestat) à la vallée de la Fave où ils s'annoient sous les formations du Permien.

La composition de ces gneiss est celle d'une série quartzo-pélimitique monotone. On y distingue trois zones selon le degré de la mobilisation :

ζ_{si}. *Gneiss à sillimanite d'Urbeis*. Au Nord, le type non mobilisé de cette unité lithologique est représenté par les gneiss à sillimanite de la bande de Lubine, limitée au Nord par la dislocation de Lalaye—Lubine et très écaillée ; la fibrolite s'y associe à la biotite et à des taches de cordiérite ; les minéraux clairs (quartz et plagioclase surtout) sont recristallisés ; grenat et disthène se rencontrent à l'état de reliques dans le plagioclase.

M. *Gneiss migmatiques rubanés de Combrimont*. Dans la partie méridionale (gneiss de Combrimont), les gneiss présentent un faciès rubané, les minéraux clairs et sombres se regroupant en lits différenciés (1 à 2 mm) ; ceux-ci sont très réguliers vers le Sud, tandis que vers la partie nord de cette bande, les lits clairs prennent l'aspect de loupes plus épaisses séparées par des nappes de cordiérite gainées de biotite (gneiss métatectiques).

MZ_{si-co}. *Gneiss anatectiques à sillimanite et cordiérite de Lusse*. Dans la bande axiale des gneiss d'Urbeis, les feuilletés se fragmentent, les minéraux sombres se concentrent en lentilles et le grain s'accroît ; le stade nébulitique, le plus mobilisé (anatectes de Lusse), montre des taches de cordiérite et de biotite sur un fond clair.

Les gneiss de la Croix-aux-Mines

Ensemble plus vaste que le précédent dont il est séparé par un contact tectonique, la série des gneiss de la Croix s'étend depuis le bassin de Ville (feuille Sélestat) en direction de l'Ouest en une fine bande interrompue au niveau de la Hingrie, qui s'élargit ensuite considérablement jusqu'à la vallée de la Meurtne. Elle comprend deux groupes lithologiques : l'un, varié, prédomine sur les deux versants de la vallée du Blanc Ruisseau, sur la crête faîtière au Nord de la Chaume de Lusse et à l'Ouest près de Remémont sous les glacières permienes ; l'autre, monotone (entre la Morte et le vallon de Coinches et près de Haute-Merlusse), s'étend davantage sur la feuille Gérardmer. Leurs relations tectoniques sont difficiles à saisir.

ζ_{g-co}. *Gneiss à grenat et cordiérite*. Parmi les gneiss à lithologie monotone, J. Ha meurt (1967) a distingué, outre un type feldspathique gris clair à grenat xénomorphe, en général micro-plissoté, à lentilles de quartz laiteux abondantes souvent bourrées dans les charnières (point commun avec le groupe des gneiss à sillimanite de Sainte-Marie, feuilles Sélestat, Colmar et Gérardmer), des types mobilisés à cordiérite localement granitisés.

ζ. *Gneiss à lithologie variée et gneiss à grenat*. Au sein du groupe varié prédominant des gneiss plagioclasiques de composition banale, un peu semblables à ceux du type monotone mais plus riches en grenat ; leur texture perlée dans leur partie orientale résulte d'une recristallisation du plagioclase en individus globuleux.

Parmi les types lithologiques remarquables qui y sont intercalés en bancs, il faut citer :

— des *quartzites et gneiss quartzitiques* (Grand Sterpois près de la Chaume de Lusse, secteurs à l'Est de Wisembach et au Nord de Gemaingoutte) souvent

graphitiques, plus rarement ferrifères à oligiste (Est de Bertrimoutier) ; à l'Est de Wisembach s'observent des faciès à grenat, cordiérite, sillimanite et oligiste (kinzigites altérées).

— des *gneiss kinzigitiques* à gros grenats rouges et cordiérite en feuillettes contenant de la sillimanite fibreuse, du spinelle vert et du disthène (Nord-Est de Wisembach, Sud de Ban-de-La véline) ;

— des *leptynites* à structure linéaire (Saulcy-sur-Meurthe au bord sud de la feuille) ;

— quelques passées d'*amphibolites* (δ) et *gneiss amphibolitiques* à hornblende brune (Est du col de Raleine, Nord de Coinches), dont l'extension est bien restreinte en comparaison de l'épaisse formation d'amphibolites à hornblende verte des gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines (qui n'affleure pas dans le cadre de la feuille) ;

— de rares lentilles de *calcaires cristallins* (cipolins, C) autrefois exploités comme pierre à chaux. Le calcaire saccharoïde de Wisembach, très pur dans l'ensemble, contient quelque peu de phlogopite, de périclase ou spinelle, de chlorite et de forstérite en général altérée. Celui de Ban-de-La véline, chargé de paillettes ténues de graphite qui lui confèrent une couleur grise, recèle beaucoup de quartz, çà wollastonite et de diopside magnésien ;

— quelques rares *roches à diopside* (gneissiques ou non), qui n'affleurent pas sur le territoire de la feuille (la Hingrie ; col de Noirceux, près du cipolin ; le Chival).

En outre, les gneiss de la Croix-aux-Mines, et en particulier le groupe varié, sont injectés d'abondantes venues de granité saccharoïde rose clair, à micas rares et andalousite, antérieur à la mise en place des granités varisques.

Les gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines (groupe à lithologie variée, ζ)

Ils sont peu étendus sur la feuille Saint-Dié, mylonitisés sur une épaisseur de plusieurs centaines de mètres dans la zone du faisceau de fractures associé à la faille de Sainte-Marie qui les sépare du granité des Crêtes, lui aussi très broyé.

λ g. *Leptynites à grenat et gneiss leptynitiques*. Les faciès leptynitiques à grenat et quartz en lattes (structure blastomylonitique) prédominent au Nord de Sainte-Marie-aux-Mines et à l'Ouest immédiat de Fenarupt (angle sud-est de la feuille) ; ils sont fréquemment remyloftitisés et granitisés (développement de muscovite et tourmaline) et s'accompagnent de mobilisations pegmatitiques à tourmaline.

Les gneiss à grenat violacés à grain fin, à sillimanite prismatique et biotite fine, riches en graphite et rutile, apparaissent dans la butte des Chêneaux (Sud-Ouest de Sainte-Marie, carrière de la Fonderie) et à la Fouchelle. Au Blumenthal, ils contiennent quelques intercalations d'amphibolite à hornblende brune et de calcaire cristallin (C). A la Sermonette, ils sont granitisés et injectés de pegmatites rouges. Une telle zone granitisée et mylonitique se retrouve à l'Ouest des leptynites de part et d'autre de la faille de Sainte-Marie-aux-Mines (Fenarupt, Bougival). Elle recèle une passée de durbachite (ζ^3) (abondantes sur Sélestat et Gérardmer).

Pétrogenèse des gneiss

Parmi les dépôts, d'âge précambrien, il semble qu'un ou plusieurs groupes monotones à prédominance grésopélitique (à l'origine des gneiss d'Urbeis et d'une partie des gneiss de la Croix) succède à un groupe lithologiquement varié. Les gneiss à grenat de Sainte-Marie-aux-Mines sont les plus représentatifs de ce dernier, issus d'une sédimentation grauwackeuse ; des calcaires et des passées volcaniques (probablement explosives en partie basiques) (amphibolites) et acides (leptynites) s'y intercalent.

Un métamorphisme de haute pression affecte ces formations durant le Cambrien (orogénèse cadomienne), dans le faciès amphibolite et le faciès granulite à hornblende pour les gneiss à grenat de Sainte-Marie. Grenat et disthène (ou sillimanite prismatique) en sont les minéraux significatifs. Ceux-ci sont partiellement déstabilisés (gneiss d'Urbeis et de la Croix) au cours d'un second métamorphisme, de lignée haute température, et remplacés par l'association cordiérite-sillimanite fibreuse. Dans le groupe varié de Sainte-Marie-aux-Mines, ce métamorphisme ne semble se manifester

que par une rétro-morphose localisée accompagnée de blasto-mylonitisation partielle. Ces phénomènes semblent se passer très tôt dans l'orogénèse varisque.

γ_{ζ}^4 . **Granito-gneiss à biotite.** Le second métamorphisme peut s'accompagner, dans certaines régions des Vosges lorraines (Coinchimont sur la feuille Saint-Dié), d'apports métasomatiques (potassium) consécutifs à une cataclase à vaste échelle ; il en résulte la cristallisation de *granito-gneiss* (γ_{ζ}^4) ; le feldspath potassique envahissant confère une allure granitique à ces roches qui conservent néanmoins leur structure planaire ; les termes clairs peuvent être mobilisés en granitoïdes sécants. L'extension des granito-gneiss se généralise plus au Sud dans le cadre de la feuille Gérard mer.

Séries métamorphiques du Climont et de Ville

De cet ensemble intensément tectonisé, seule l'extrémité occidentale figure sur le territoire de la feuille Saint-Dié sous la forme d'un triangle de socle partiellement recouvert de dépôts permo-carbonifères. La série de Ville, mieux connue plus à l'Est (feuille Sélestat), est pénétrée d'écaillés tectoniques d'un socle sous-jacent très métamorphique auxquelles on a donné le nom *d'écaillés tectoniques d'Urbeis et du Climont*.

μ_{ζ}^{ga} . **Formations du Climont.** Sous ce symbole on décrit une bande de roches mylonitiques partiellement masquée par le Permo-Trias du Climont. Ses limites sont taillées et elle est elle-même découpée en lanières par des failles plus récentes. On peut observer ce matériau sur la route du Climont au col d'Urbeis, dans le vallon de Lubine et dans celui de la Neuve-Ville.

Du point de vue pétrographique il s'agit de gneiss à l'aspect *d'orthogneiss*, de gneiss amphiboliques, de granités mylonitiques, plus localement d'une syénite orientée.

μ_{ζ} . **Deuxième écaille : gneiss mylonitiques.** Vient ensuite, plus au Sud, l'écaillé tronçonnée dite de la Droite-de-Fête, ou 2ème écaille. Elle est bien visible sur la route d'Urbeis au col d'Urbeis, puis sur celle allant du col d'Urbeis au Climont, juste après le premier lacet, enfin dans le vallon à l'Est de Lubine.

Du point de vue pétrographique il s'agit, lorsque la roche est relativement préservée de la tectonisation, d'un gneiss à grenat à l'allure perlée. Partout ailleurs le gneiss est réorienté, laminé et fortement recristallisé avec apparition d'yeux lenticulaires ou sphériques de microcline, parfois aussi de muscovite.

μ_{ζ} . **Première écaille : gneiss mylonitiques, mylonites, gneiss œillés.** La plus méridionale des écaillés tectoniques ou 1ère écaille, ou écaille du Revers-de-Fête marque la limite entre la série de Ville et les gneiss d'Urbeis, qui ont sans doute fourni une partie du matériel broyé. Cette imposante traînée de mylonites, connue aussi sous le nom de *dislocation de Lalaye—Lubine* est un des traits structuraux majeurs du socle vosgien. Ce linéament très ancien a dû rejouer tardivement après le Permien, accusant le chevauchement à pente raide des Vosges moyennes sur les Vosges du Nord.

Il s'agit essentiellement de blastomylonites où des granités porphyroïdes et des gneiss devaient représenter le matériel de départ. Par endroit une intense blastèse de feldspath potassique en a fait des mylonites œillés très spectaculaires ; ailleurs le matériel est devenu pulvérulent de sorte que l'érosion découpe la bande d'une manière capricieuse.

ξ_{g}^1 . **Micaschistes à grenats rétro-morphosés et quartzites clairs.** La série de micaschistes et de quartzites est assez remarquable. On s'accorde pour l'incorporer à la série de Ville à laquelle elle semble passer ; mais lithologiquement cette façon de voir ne peut être définitivement confirmée, car les quartzites manquent dans les schistes de Ville s.s., plus à l'Est.

De minces passées de micaschistes à grenat alternent avec des bancs de quartzites, à grenat également, souvent assez épais. Exceptionnellement on rencontre des zones

graphiteuses. Il est intéressant de remarquer que les faciès les plus typiques se situent aux abords immédiats des écailles tectoniques I et II.

Les schistes verts épimétamorphiques de la série de Ville n'affleurent que très peu sur le territoire de la feuille. Leur caractère assez banal de schistes et de phyllades d'épizone ne mérite pas ici une description détaillée.

O ξ^1 . *Schistes noirs œillés*. Plus intéressants et abondants sont les schistes noirs d'aspect lustré, probablement une variante métamorphique des schistes verts. Ils affleurent un peu partout sur la route d'Urbeis au col d'Urbeis sous la forme d'amygdales composées, fortement œillées, de quartz et de feldspath. Ce caractère est très général dans ces schistes gris-noir et semble lié d'une part à la tectonisation intense, d'autre part à un phénomène d'apport et d'exsudation ayant engendré les accumulations de quartz et de feldspath. Cet événement peut s'être déroulé en même temps que la formation des micaschistes à grenat, mais dans des conditions différentes.

br ξ . *Brèche grauwackeuse*. Cette petite bande peu importante n'a pas été caractérisée de façon définitive. La roche vert foncé avec petits amas blancs de calcite et cavités informes paraît formée d'un agrégat de matériaux détritiques. D'où la dénomination de brèche grauwackeuse. Mais il n'est pas exclu qu'il s'agisse en réalité d'une brèche tectonique fine. Elle est visible dans le vallon de la Housserolle et recoupée à deux reprises par la petite route du Climont.

ξ^1 . *Schistes et phyllades*. ξ_a^1 . *Grès, psammites et quartzo-phyllades*. Grès, quartzites et quartzo-phyllades constituent la partie nord de la série de Ville. C'est aussi cette partie qui chevauche au Nord les schistes siluriens de Steige, dont une écaille est conservée en arrière du chevauchement principal. Il s'agit en général d'un matériel beige, rose ou gris, plus rarement vert à reflets violacés. Des masses gréseuses mollement plissées et fracturées alternent avec des passées de grès fins micacés ou de quartzo-phyllades. C'est dans cette portion de la série de Ville que sont installés les bancs de porphyroïdes de la région du Hang ($p\xi$).

ξ . *Porphyroïdes : roches tuffeuses, hyper-siliceuses à pyrophyllite, niveau à Spongiaires*. Le porphyroïde du Hang, non loin de la ferme du même nom, occupe un site tout à fait remarquable. Dans ce vallon évasé où la Bruche prend naissance apparaît une zone de végétation de lande à bruyère et genévrier. C'est là que se cachent deux petites carrières d'une roche blanchâtre. Le prolongement de cette bande vers le Nord-Est se trouve sous la ferme Caroline, et plus loin dans les bois en direction de l'Évreuil. La roche massive mais fracturée est blanc jaunâtre avec des taches violacées. Son aspect à la cassure est peu engageant. Il s'agit d'une fine brèche alternant avec des tufs très fins à quartz et pyrophyllite. L'examen approfondi a montré que certains niveaux contenaient des restes de Spongiaires. C'est l'ensemble de ces caractères qui ont permis de donner à ces roches le nom de *porphyroïdes*.

PRIMAIRE

Ordovicien —Silurien

o-s. *Schistes de Steige et de Saint-Michel-sur-Meurthe*. Ces schistes de couleur lie-de-vin ont reçu leur nom de la commune de Steige (feuille Se lestât) où ils sont particulièrement bien développés. La bande schisteuse s'étend à l'Est jusqu'à la plaine d'Alsace et il est surprenant de voir ainsi conservée une bande si étroite (2 km environ) de terrains fragiles sur 16 km. L'âge de ces schistes a été déterminé à la fois par des mesures radiométriques et la découverte d'organismes chitineux, les Chitinozoaires. Ces petites loges chitineuses (100-110 μ) ne sont pas encore définitivement interprétées (Métazoaires, êtres unicellulaires, pontes ?) mais une population donnée est caractéristique d'une époque. Ainsi les schistes de Saint-Michel-sur-Meurthe sont plus

anciens (Ordovicien supérieur) que les schistes de Steige (Silurien). Le sédiment est fait de minéraux argileux, de quartz et de micas, avec des pigments ferrugineux dont le degré d'oxydation peut donner une alternance de lits verts ou violets. Fortement tectonisée (plissements, schistosités et fractures s'y superposent), cette bande de schistes est chevauchée au Sud par la série précambrienne de Ville et passe au Nord à des produits de métamorphisme thermique au contact de la granodiorite.

Ces zones métamorphiques vont du schiste noir (où l'oligiste est transformée en magnétite) aux schistes noduleux et aux cornéennes. Dans les *schistes noduleux* (o-SN) le fond recristallise peu à peu en s'approchant du granité pour donner des séricito-schistes micacés. Les nodules représentent des masses mono-minérales fugaces, probablement des cordiérites, qui ont conservé souvent intacte la trame primitive du schiste avant de disparaître.

Les *cornéennes* (o-sc) sont des roches massives, à andalousite et muscovite pour la plupart.

Dans la région qui nous intéresse ces faciès sont irrégulièrement développés et des phénomènes tectoniques les ont perturbés.

Ce jalon de Siluro-Ordovicien a cependant un vif intérêt en ce qui concerne la paléogéographie des Vosges et de l'Europe.

Dévonien inférieur à moyen non différencié

Domaine du Champ-du-Feu et de la Grande-Fosse

Bande médiane

dph. *Roches sédimentaires (schistes et phtanites)*. L'extrémité occidentale de la bande médiane, probablement dévonienne, du Champ-du-Feu (feuilles Sélestat et Molsheim), essentiellement volcanique, passe ici à des dépôts sédimentaires. On rencontre des schistes et des phtanites dans la région de Colroy—Stampoumont, des calcaires métamorphiques à l'Ouest de Saales, des schistes et schistes gréseux au Sud de la Grande-Fosse. Leur faible extension ne permet de les situer ni stratigraphiquement ni au sein d'une série lithologique ; tout au plus peut-on dire que ces termes sont acides dans l'ensemble.

ffd. Roches pyroclastiques, diabases. Le matériel volcanique est surtout diabasique et pyroclastique, avec quelques passées kératophyriques près de Colroy. Il s'oppose par sa composition aux matériaux volcaniques des massifs plus septentrionaux comme par exemple celui de Moyenmoutier ou celui de la Bruche. On relèvera par conséquent l'autonomie de cette formation et ses relations avec les roches plutoniques avoisinantes qui la métamorphisent et semblent la dissocier sous forme d'enclaves dans un liant granitique ou granodioritique. On s'accorde à donner à ces roches un âge dévonien, mais elles pourraient être plus anciennes.

Massif de Schirmeck—Moyenmoutier

Ce massif volcanique mixte formé de laves acides et basiques, accompagnées d'un important cortège de roches pyroclastiques, s'insère dans un environnement sédimentaire schisto-grauwackeux à conglomératique : au Nord et en principe *au-dessus* du massif, ce sont les *grauwackes séquentielles de Moyenmoutier* (dG), remaniant de nombreux fragments de roches (spilites, kératophyres) et de minéraux (quartz, albite, chlorite) d'origine volcanique, et contenant encore quelques filons kératophyriques ; au Sud et en principe *au-dessous* du massif affleurent des *schistes métamorphiques et des conglomérats* (de) dépourvus d'éléments volcaniques mais riches en galets siliceux et microgranitiques d'origine inconnue.

La structure interne du massif et les rapports précis entre les différents faciès sont mal connus en raison des mauvaises conditions d'affleurement. Pétrographiquement, les roches volcaniques à sub-volcaniques qui le composent montrent un large éventail de faciès se regroupant en deux familles, les roches albitophyriques et les roches éruptives banales :

Les roches albitophyriques, formées uniquement de laves d'épanchement, comprennent :

— des *kératophyres* (K^2d) (ou albitophyres leucocrates).

— des *spilites* (ou albitophyres mésocrates), généralement en tufs et brèches : schalsteins (ds).

Les roches éruptives banales, formant un abondant cortège de sillons et filons intrusifs dans les formations précédentes. Elles comprennent :

— des *roches basiques* ($\delta\Sigma\beta$), dolérites à augite, diabases à ouralite, etc.

— des *roches intermédiaires* : microdiorites quartziques.

— des *roches acides* ($\mu\gamma\rho$) : microgranites et rhyolites.

Des brèches volcaniques sont intimement liées à ces roches massives et comprennent des brèches pyroclastiques (dv) monogéniques (brèches spilitiques) ou à épicles polygéniques (schalsteins).

Une mention spéciale doit être faite pour le *trapp* de Raon-l'Étape ($\rho\beta$), qui représente vraisemblablement une puissante coulée de labradorite avec tufs associés, s'insérant dans une série de schistes, arkoses fines (dR), l'ensemble ayant une position incertaine par rapport au massif de Moyenmoutier. Le *trapp* de Raon-l'Étape est activement exploité en carrière pour le ballast.

Signalons enfin que toutes ces roches ont subi un *métamorphisme thermique* lors de la mise en place des granités hercyniens qui les bordent au Sud (granités de Raon-l'Étape, de Senones, divers granités du Champ-du-Feu), se traduisant au microscope par le développement de tous petits minéraux néoformés, automorphes et limpides (0,1 mm en moyenne). Dans les roches acides, c'est essentiellement la *biotite* qui se développe, parfois l'anthophyllite ou la cummingtonite dans certaines brèches siliceuses (coméenne amphibolique, JA) ; dans les roches basiques, ce sont la biotite, l'actinote, la trémolite, la pistachite, la zoïsite et la clinozoïsite ; dans les schistes, la biotite et la muscovite. Rappelons qu'on a signalé des skarns à grenat — diopside au contact du *trapp* de Raon-l'Étape.

En définitive, tout indique que les laves du massif de Schirmeck—Moyenmoutier se sont mises en place dans des conditions sous-marines peu profondes et souvent explosives, en particulier les spilites. Elles représentent un bel exemple d'une série spilite—kératophyre *hercynotype* et présentent de nombreux points communs avec d'autres massifs volcaniques de même âge connus dans la branche nord de l'orogène hercynien (district de Lahn-Dill dans le massif schisteux rhénan, Cornouailles-Devonshire, Harz, Thuringe occidentale,...).

Formations dévoniennes de Raon-l'Étape. Dégagées par érosion de leur couverture ermiennienne (couches de Saint-Dié), ces formations affleurent sur la rive gauche de la basse vallée de la Plaine, le long d'un replat déterminé par une masse basaltique dure : le *trapp* de Raon-l'Étape. Cette formation volcanique est flanquée au Nord et au Sud par des terrains sédimentaires dans lesquels elle est interstratifiée.

$\rho\beta$. *Basalte porphyrique : Trapp de Raon-l'Étape*. Subverticale et orientée E.NE— W.SW, cette formation a une épaisseur de l'ordre de 400 à 500 m. Dans sa partie méridionale, elle est constituée par une lave porphyrique homogène et massive. Cette roche comprend :

— de nombreux phénocristaux de plagioclases An 45 en lattes de 0,4 à 2 mm de longueur, séricitisés.

— des phénocristaux d'augite de 1,2 à 2 mm de longueur, transformés en ouralite et epidote.

— une mésostase, initialement microlitique, formée par un feutrage d'ouralite aciculaire, d'epidote, de granules de minéraux opaques et un peu de quartz interstitiel.

Dans la partie septentrionale des grandes carrières de Trapp de Raon, la lave porphyrique passe à une brèche magmatique à éléments porphyriques et pâte de même nature mais beaucoup plus fine. Plus au Nord, le faciès devient franchement

pyroclastique. Ce Trapp pyroclastique comprend des *galets* spilitiques finement microlitiques, des débris de cristaux de plagioclase (An 58) séricitisés, de pyroxènes ouralitisés et d'amphibole ; la pâte, très fine, est riche en minéraux opaques, épidote, quartz, actinote, calcite et chlorite. Le Trapp de Raon-l'Étape est interprété par A. Nicolas (1960) et Th. Juteau (1971) comme un ancien basalte à pyroxène, à faciès porphyrique, en coulée massive, bréchifère par écoulement dans sa partie supérieure et surmontée de pyroclastites.

dR. *Formations sédimentaires de Raon-l'Étape : schistes, arkoses et conglomérats.* Ces formations ne peuvent guère être observées que dans la carrière Bigarrée, exploitation abandonnée et d'accès difficile située au Sud de la grande carrière de Trapp. Elles sont constituées de schistes fins, d'arkoses et de microbrèches conglomératiques. Aucun élément d'origine volcanique n'a été identifié. Le ciment est pélitique, parfois un peu calcaire.

Formations dévoniennes des vallées du Rabodeau, de Grandrupt et de l'Est de Hantz.

dg. *Grauwackes séquentielles de Moyennoutier.* Ces roches affleurent largement dans la basse vallée du Rabodeau, aux environs de Moyennoutier. Elles forment une série sédimentaire, grossièrement détritique, à éléments volcaniques. Dans l'ensemble, les couches sont orientées N 30° E et ont un pendage normal voisin de 75° W. Cette série repose apparemment sur le complexe éruptif de Moyennoutier et passe progressivement vers l'Est aux pyroclastites de Senones par l'intermédiaire de brèches très grossières. La formation à grauwackes de Moyennoutier peut être observée dans des talus de la RN 424 entre cette localité et la Présle ; elle comprend :

- des conglomérats et brèches grossières à débris de spilites et de kéraatophyres,
- des grauwackes-arénites,
- des grauwackes-lutites,
- des schalsteins,
- des filons couches de kéraatophyres aphanitiques,
- des phtanites à Radiolaires (au-dessus de Moyennoutier).

dv. *Pyroclastites de Senones. ds. Schalsteins.* Ces roches volcano-clastiques occupent de larges surfaces dans la moyenne vallée du Rabodeau et entre la Petite-Raon, Belval et le Vermont. Elles forment la masse principale des faciès pyroclastiques du massif de Moyennoutier. Ce sont des roches massives sans traces de stratification. Des bancs de schalstein et de brèches spilitiques ainsi que des coulées kéraatophyriques ou rhyolitiques leur sont associés. La plupart de ces intercalations ont une orientation SW—NE.

Bien qu'elles présentent des termes de transition avec les brèches spilitiques et les schalsteins, les pyroclastites de Senones sont essentiellement acides et comprennent :

- des brèches et tufs rhyolitiques,
- des brèches de kéraatophyres aphanitiques,
- et surtout des brèches et tufs de kéraatophyres quartziques, faciès les plus abondants.

Ces derniers peuvent être observés entre la carrière de tufs kéraatophyriques aphanitiques de Haut-Bout et le point coté 459. Ils comprennent de nombreux fragments de quartz, de feldspaths et de kéraatophyres aphanitiques dans un ciment siliceux et phyliteux recristallisé.

dA. *Cornéenne amphibolique.* Cette notation a été utilisée pour les cornéennes à cummingtonite de la Forain et les bordures très métamorphiques des formations dévoniennes de Denipaire. Ces dernières, en particulier la bande nord, ont été étudiées par J.P. von Eller (1968) : le Dévonien local qui comprend des dolérites, des diabases et des diorites porphyriques passe à des diorites franches, des diorites mouchetées, des plagioclasites à amphibole ou à de rares amphibolites. L'apparition de phénoblastes et de nids d'amphibole serait liée à un métamorphisme régional auquel a pu se superposer

le métamorphisme de contact du granité de Senones ($\rho\gamma^{2-4}$). Th. Juteau (1973) donne une liste de minéraux néoformés, à la suite du métamorphisme de contact, en regard de la nature de la roche initiale. En particulier, la cummingtonite apparaît liée au métamorphisme d'anciens quartzites. Ces néoformations ont souvent respecté les structures des roches initiales.

dc. *Conglomérats et schistes métamorphiques (région de Denipaire et de Champenay)*. Entre les deux bandes de cornéennes à amphibole, précédemment évoquées, la bande centrale du *Dévonien de Denipaire* est essentiellement constituée par un conglomérat. Le ciment et les parties non conglomératiques de cette bande centrale, large au plus de 500 m, sont constituées d'arkoses fines et de schistes qui se succèdent généralement en alternance régulière, même à l'échelle microscopique. Les éléments du conglomérat sont, pour l'essentiel, des galets de roches éruptives acides : rhyolites et kératephyres (65 %), microgranites (30 %), granités leucocrates (3 à 4 %). Les galets de quartzite et de schistes sont peu abondants. L'absence de galets de spillite doit être soulignée. J.G. B la naït (1969) a démontré l'origine fluviale de ces galets et leur remaniement en milieu marin littoral.

Les conglomérats de Champenay ont beaucoup d'analogie avec ceux de Denipaire. J.G. B la naït (1969) note la similitude de leurs indices morpho métriques mais une variation presque régulière de la composition pétrographique des éléments des conglomérats dévoniens de Denipaire à Russ (feuille Molsheim). Les conglomérats de Champenay sont associés à des arkoses qui ont livré une faune d'âge couvinien, tandis que les conglomérats de Russ contiennent des lentilles de calcaire récifal d'âge givétien. Ainsi Th. Juteau (1971) envisage un âge couvinien pour les conglomérats de Denipaire. Ils seraient donc antérieurs à la mise en place du massif éruptif de Moyenmoutier auquel un âge givétien est généralement attribué. En effet, le conglomérat de Denipaire est dépourvu d'éléments caractéristiques de cet appareil volcanique contrairement aux conglomérats associés aux grauwackes de Moyenmoutier qui sont postérieurs à la phase principale du volcanisme givétien.

vsd. *Complexe volcano-sédimentaire indifférencié*. Dans la partie septentrionale du massif éruptif de Moyenmoutier, les conditions d'affleurement sont très mauvaises. Les roches éruptives massives (dolérites, diabases, kératephyres, microgranites et rhyolites) apparaissent constituer l'essentiel du complexe indifférencié.

K²d. *Kératephyres (grandes coulées)*. Comme le massif de Schirmeck (feuille Molsheim), le massif de Moyenmoutier comprend deux types de kératephyres : des kératephyres aphanitiques et des kératephyres porphyriques quartziques.

— Les *kératephyres aphanitiques* (type prépondérant) sont des roches dures, rougeâtres, à cassure esquilleuse. Au microscope, des phénocristaux d'albite et d'orthose albitisée, à peine plus gros que les microlites sont très dispersés dans un fond de microlites d'albite mal individualisés, de grains de quartz et d'hématite (minéral responsable de la couleur rouge). Les kératephyres aphanitiques sont des laves d'épanchement à structure très fine. Ils ont été largement exploités au N.NW d'Hurbache, en particulier dans la grande carrière située 250 m au Nord de la ferme de Haut-Bout (x = 940,400 ; y = 83,325).

— Les *kératephyres porphyriques quartziques* sont des roches dures à fond verdâtre sombre, où nagent de petites lattes de feldspaths roses, des globules de quartz automorphe et des mouches de chlorite. Au microscope, les phénocristaux sont formés d'orthose albitisée, d'albite, de quartz automorphe corrodé et d'amas chloriteux pseudomorphosant d'anciens minéraux ferro-magnésiens. Le fond de la roche est formé de microlites d'albite dans une trame de quartz spongieux, de chlorite *alvéolaire* (alvéoles de dévitrification) et de granules d'hématite et d'apatite.

δΣ^βd. *Roches basique s: dolérites et diabases*. Ce sont des roches intrusives de semi-profondeur (sills, filons couches, etc.). Elles affleurent, le plus souvent, en chaos de roches.

— *Dolérites uralitisées et diabases grenues*. Ce sont des roches extrêmement dures, très cristallines, de teinte bleu sombre. Au microscope, les baguettes enchevêtrées d'andésine-labrador sont cimentées soit par l'augite (dolérites à pyroxène), soit par l'ouralite, la chlorite et autres minéraux de basse température (diabases). Tous les termes de transition existent entre ces deux types.

Des dolérites peu uralitisées, à pyroxènes globulaires, frangés d'un peu d'ouralite incolore, peuvent être observées au Sud-Ouest du hameau du Paire (Moyenmoutier). Les dolérites uralitisées et les diabases à ouralite constituent les principaux massifs de roches basiques : bois de Crimaubois (au Nord-Est d'Hurbache), le Pelmont (à l'Est de Moyenmoutier), la bande basique du Puid (chaos du Haut-Château) et le chaos de Jallas-Rigotelle, sous le bois d'Houdrimont.

— *Les diabases porphyriques* sont associées aux roches grenues basiques précédemment décrites (différenciation dans les sills, filons-couches ou filons tardifs recoupant les dolérites ?) et se trouvent en filons-couches dans les arkoses de Plaine—Champenay. Les phénocristaux, très nombreux, sont des plagioclases de 0,5-1 mm de long, nettement zones et très séricitisés. Ce sont des roches basiques relativement riches en silice (51,5 à 56 %), alumineuses, calciques et magnésiennes.

$\mu\gamma$ p. *Microgranites et rhyolites*. Les microgranites se reconnaissent à leur phénocristaux globulaires de quartz corrodés et à leur teinte rose. Les phénocristaux de plagioclases automorphes sont parfois bordés d'un liseré d'albite et d'orthose plus ou moins séricitisés. Des amas micacés verdâtres pseudomorphosent les anciennes lamelles de biotite. Le fond microgrenu quartzo-feldspathique est parfois micro-pegmatitique ; il contient de l'épidote, de la zoïsite, de l'apatite, des micas verts et des minéraux opaques. Ce sont des microgranites alcalins de type courant.

Les microdiorites quartziques peuvent être observées dans le petit bois situé au Sud de la ferme Osery(*). La texture de la roche est microgrenue et porphyrique. Les phénocristaux, très nombreux, sont des plagioclases assez séricitisés de 1 à 2 mm de long, automorphes. Le fond de la roche est quartzo-feldspathique et microgrenu, à texture micropegmatitique bien développée. Il contient de nombreux grains d'épidote et de la biotite verte, de la zoïsite, de la pistachite, du sphène et de l'apatite, souvent disposés en amas. Des termes de transition avec les microgranites d'une part et les diabases porphyriques, d'autre part, existent.

Dévonien moyen

d3. *Couvinién : arkoses et conglomérats*. Remarque : ces roches sont très probablement antérieures aux formations volcaniques du massif de Moyenmoutier et ont été placées, par erreur, dans la légende, au-dessus de ces formations.

Les arkoses ont un grain relativement fin (0,3 mm en moyenne) et présentent des micro-séquences millimétriques faiblement granoclassées. Elles sont constituées de quartz (70 %), de plagioclases fracturés, d'orthose séricitisée, de débris d'albitophyres, de roches quartzo-feldspathiques grenues, microgrenues et de quartzites fins. Elles affleurent dans le vallon de Plaine et dans la vallée de Champenay. Localement, des débris de calcaires récifaux fossilifères leur sont associés. La faune de ces calcaires a permis à E. Benecke et H. Bücking (1898) et H. Bücking et Wagner (1923) de donner un âge couvinién à ces couches. De nombreux filons-couches de diabase porphyrique sont intercalés dans ces arkoses. Les conglomérats de Champenay (de) leur paraissent associés.

(*) Les Azelis sur la coupure I.G.N. à 1/25 000 Saint-Dié 1-2, à 1 km à l'Est du Paire.

Carbonifère

h2a. *Viséen inférieur : schistes rouges et gris*. Ces schistes affleurent à Champenay. Dans des schistes grauwackeux, à grain fin, noirs ou violacés, P. Corsin *et alt.* (1931 et 1932) y ont récolté *Sphenopteridium dissectum* Göpp. et *Sphenopteris foliata* Stur. (ou *Cardiopteris frondosa* Göpp., G. Dubois, 1946), espèces caractéristiques du Viséen inférieur à moyen.

h5. *Stéphanien. Arkoses, conglomérats, lits de houille*. Dans le cadre de la feuille Saint-Dié, les dépôts du Stéphanien se rencontrent de façon très limitée dans des compartiments effondrés de la zone taillée de Lalaye—Lubine, qui sépare les Vosges moyennes des Vosges septentrionales. Ce sont les petits lambeaux de Lubine, Colroy-la-Grande et deux autres compartiments abaissés entre l'Abatteux et le Climont. Alors que les deux derniers points mentionnés sont constitués exclusivement par des conglomérats et des arkoses brun jaunâtre, et que leur appartenance au Houiller ne peut être déduite qu'à partir de comparaisons pétrographiques et sédimentologiques, les lambeaux de Lubine et Colroy comportent des sédiments fins avec des restes végétaux déterminables.

Le Houiller de Lubine, d'environ 50 m d'épaisseur, dont le conglomérat de base affleure sur l'itinéraire allant de Lubine à l'Adeux-du-Chat (250 m au N.NE de Lubine) est formé par quatre cycles de sédimentation qui commencent par un matériau détritique grossier et se poursuivent par une alternance de grès gris-brun, riche en feldspath et d'argilites gris foncé avec plus ou moins de sable et de matière organique. Les matériaux détritiques grossiers, aussi bien de la série de Lubine que des trois autres points, sont composés par des galets de gneiss, de différentes roches filoniennes leucocrates, de quartz, de porphyre quartzique et de schistes paléozoïques de Ville, qui font conclure à un transport à partir du Nord. Les schistes argileux, sableux, gris foncé ou noirs ont livré une association végétale qui, d'après les déterminations de J. Doubinger, est caractéristique du Stéphanien *moyen à supérieur* de Blanz y et de Commeny.

Permien

Les dépôts permien du bassin de Saint-Dié appartiennent au bassin du même nom. Celui-ci doit être compris plus comme une unité géologique régionale qui s'étend à l'extrémité nord-ouest des Vosges cristallines depuis Bruyères jusqu'au Donon en passant par Saint-Dié, que comme une unité paléogéographique séparée. Les études paléogéographiques du Permien inférieur des Vosges septentrionales montrent deux dépressions de direction E.NE—W.SW entre Saint-Dié et Ville et entre Raon-sur-Plaine et le Nideck qui se remplissent successivement à l'Autunien et au Saxonien. Des mouvements tectoniques entre le Saxonien et le Thuringien (phase palatine) réalisent une séparation périodique entre les terrains permien du Nord-Ouest et du Nord-Est des Vosges septentrionales qui justifient la dénomination *bassin de Saint-Dié* au sens paléogéographique au Thuringien seulement. Le Permien des Vosges septentrionales commence avec des dépôts d'âge autunien et se poursuit sans interruption notable jusqu'au Buntsandstein. Cette suite a été subdivisée en six formations qui sont désignées par des noms locaux.

Autunien : couches d'Albé et couches de Triembach ; *Saxonien* : couches de Meisenbuckel et couches de Frapelle ; *Thuringien* : couches de Champenay(*) et couches de Saint-Dié. L'Autunien correspond à l'*Unterrotliegende*, le Saxonien à l'*Oberrotliegende* et le Thuringien au *Zechstein*, plus précisément aux équivalents terrestres du *Zechstein* en Allemagne.

(*) A ne pas confondre avec le conglomérat dévonien de Champenay.

La succession de la feuille Saint-Dié commence avec les couches de Meisenbuckel du Saxonien inférieur. Les dépôts de l'Autunien fossilifère comme dans le bassin de Ville n'existent probablement pas(*). Seul, le conglomérat de base des couches de Meisenbuckel dans les environs du col d'Urbeis est de position incertaine. En raison de la proportion importante d'éléments de porphyres quartziques, il est très semblable aux conglomérats des couches de Triembach (r1b) du bassin de Ville (feuille Sélestat). Les dépôts datés de l'Autunien par Ch. Vélain (1885) et G. Choubert et G. Gardet (1935) dans la région de Saint-Dié se présentent tous en faciès Grès rouge et doivent être rattachés au Saxonien.

La limite supérieure du Permien est placée au sommet des couches fanglomératiques(**) avec les concrétions de cornaline et dolomite (couches de Saint-Dié, Thurihgien supérieur) et les couches supérieures de l'ancienne formation du Grès rouge sont attribuées au Buntsandstein inférieur.

tSr2a. *Saxonien. Couches de Meisenbuckel.* Les couches de Meisenbuckel sont caractérisées par une forte proportion de couches volcaniques non cohérentes, des pyroclastites acides et des roches volcaniques neutres à basiques.

Le domaine d'extension principal de cette formation se trouve dans la vallée de la Fave. En raison de leur faible épaisseur (moyenne 20 m), elles n'apparaissent que peu sur la carte. Les couches de Meisenbuckel dans cette région sont formées par des alternances d'arkoses souvent conglomératiques, d'argilites, de tufs et de tuffites. Les roches volcaniques sont placées au sommet de la formation.

Les couches de tuf sont gris verdâtre ou bien blanc jaunâtre, généralement à grain grossier. Le caractère de tuf se reconnaît aux paquets de biotite à feuillets ouverts et aux fragments de ponce. En outre se trouvent dans cette roche des éléments de nature talqueuse qui sont appelés *hygrophyllite* et des fragments de roches cristallines. Plus fréquemment que les tufs purs, apparaissent des tuffites à grain fin, gris verdâtre et généralement finement litées. Les argiles schisteuses sont par contre d'une couleur lie-de-vin et riche en mica blanc. Les arkoses sont à grain grossier respectivement conglomératique et de couleur grise avec une nuance vers le verdâtre ou le rougeâtre. Elles sont souvent silicifiées. Entre les arkoses, les schistes argileux et les tufs existent des transitions.

Des affleurements dans les couches de Meisenbuckel peuvent être observés en différents points le long de la route allant de Neuwillers à Frapelle et à Colroy-la-Grande. Une description détaillée des couches de Meisenbuckel, avant tout des tufs, a été donnée par G. Laubacher et J.P. von El 1er (1965) : Contribution à l'étude géologique des dépôts permien du bassin de Ville.

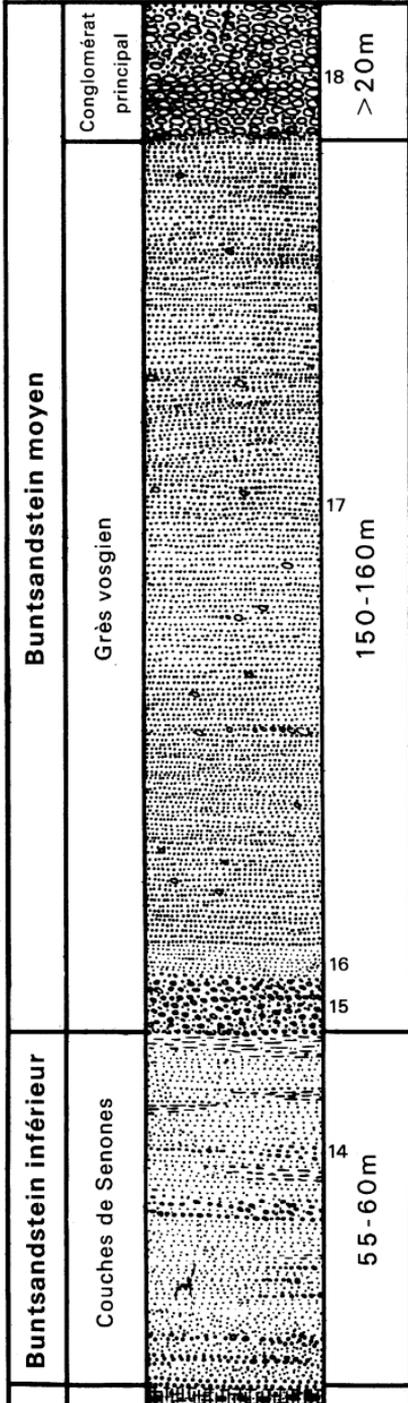
τ.α.r. *Trachy-andésites.* Σβ.τ. *Mélaphyres, généralement amygdalaires.* Des roches volcaniques neutres à basiques se trouvent au sommet de la formation. On a relevé quatorze lambeaux de taille très différente, qui sont des reliques d'un domaine d'extension plus grand qui a été réduit par érosion ultérieure (dans les couches de Frapelle, la deuxième formation du Saxonien, se trouvent déjà des galets de mélaphyre). Ch. Vélain (1885) avait réparti les différents épanchements dans trois horizons de sa série permienne alors que G. Choubert et G. Gardet (1935) les plaçaient à la base de la série de couverture dans le Stéphanien moyen. A l'exception des lambeaux de Nompateize et de Senones qui sont situés en dehors de la zone de sédimentation, ces roches ont toutes comme substratum les couches de Meisenbuckel et appartiennent donc au Saxonien.

Pétrographiquement, il s'agit de mélaphyres amygdalaires et de trachy-andésites. Le

(*) Note de l'éditeur : Quelques lambeaux d'Autunien (M) ont cependant été représentés sur la carte dans la région des Prés du Chêne et de l'Abatteux.

(**) Le terme *fanconglomérat* appartient au vocabulaire de sédimentologie : épandage de matériel sur un glaciais à la suite d'une crue.

Coupe schématique de la couverture dans la région de la Montagne d'Ormont.

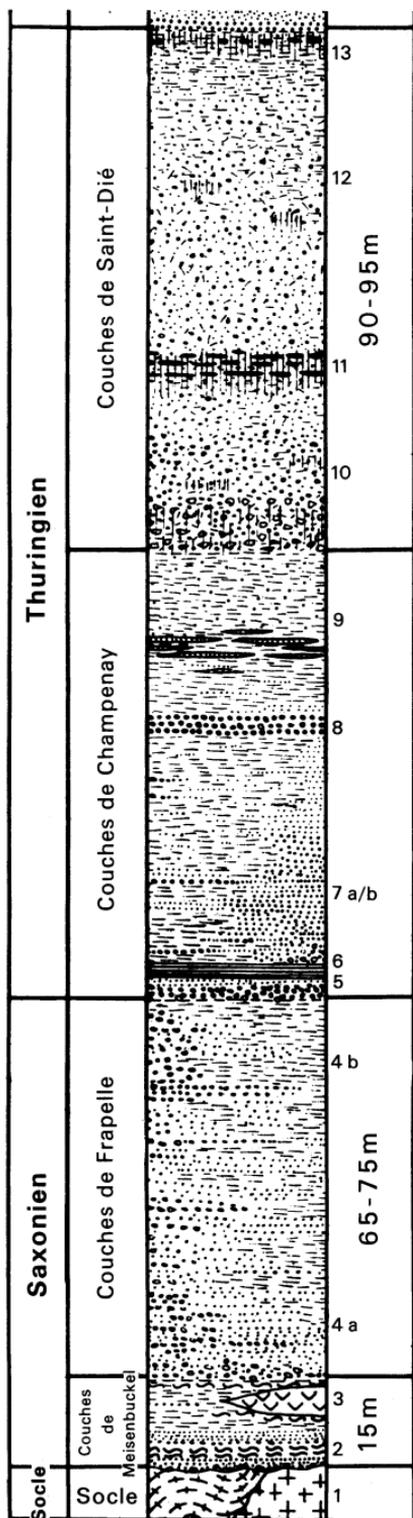


Conglomérat grossier, à galets de quartz, de quartzite et de lydienne (ϕ : 1-10 cm), matrice sableuse. (18)

Grès rouge-brun clair, en bancs épais, à grains moyens bien arrondis, feldspathique, bien classé, fortement consolidé, à galets de quartz et boules d'argile. (17)

Grès gris, à grains fins, argileux, mal consolidé. (16)
Conglomérat gris jaunâtre, sableux, mal classé, peu consolidé, éléments à émoussé variable, galets (0,2-2 mm). (15)

Grès gris rougeâtre, grossier, légèrement silicifié, taches brun-noir d'oxydes de fer et de manganèse; grès brun-rouge sombre, à grains fins et moyens, moyennement classés et arrondis, riche en mica et en argile, stratification oblique en alternance. (14)



Nodules de cornaline-dolomite dans une matrice argileuse. (13)

Fanglomérat transporté et déposé par des *mud flows* et *débris flows*, sombre, brun-rouge, mal stratifié, mal classé, mal consolidé, riche en argile, éléments pour la plupart anguleux, ciment en partie dolomitique. (12)

Nodules et lentilles de cornaline-dolomite, fluorite. (11)

Fanglomérat brun-rouge sombre, localement dolomitique, grossier à la base (*débris flow*), prédominance d'argile vers le haut (*mud flow*). (10)

Argile rouge-brun, silteuse, avec des éléments de cailloux disséminés ou en disposition stratiforme ; plusieurs bancs de dolomie ou grès dolomitique, stratiformes. (9)

Microconglomérat à galets arrondis (ϕ : 0,5-1 cm). (8)

Mélange mal classé de cailloux, grains de sable bien arrondis, silt, argile (prédominance de la fraction fine), à ciment en partie dolomitique. (7 a)

Grès brun-rouge clair, bien classé, stratifié en dalles, à grains moyens et arrondis, galets de mélaphyre. (7 b)

Argile pure, brun-rouge (schistes cartons). (6)

Conglomérat à galets ronds mats, sans matrice. (5)

Argilite sableuse, silteuse, riche en mica, bien consolidée. (4 b)

Brèches, arkoses, déposées par *sheet floods*, matériau détritique des terrains granitiques, gris, gris-rouge vers le haut, éléments mal arrondis. (4 a)

Coulées de mélaphyre amygdalaire et de trachy-andésite. (3)

Alternance d'arkoses, d'argile, de tuf et de tuffite. (2)

Socle cristallin, schistes paléozoïques, migmatite. (1)

rapport quantitatif est d'environ deux parts de mélaphyre pour une part de trachy-andésite. Une séparation nette n'est toutefois pas possible sur le terrain. Les plus grands affleurements de mélaphyre amygdalaire se trouvent à Senones, à la Petite-Fosse et à Remémont. Il s'agit d'une roche gris foncé, parfois brun jaunâtre à structure porphyrique. Les phénocristaux sont représentés par des baguettes de feldspath, des olivines serpentinisées et des augites. Les cavités de bulles sont remplies de silice, de carbonate et de zéolithe. La trachy-andésite, dont les plus gros affleurements se trouvent à la Voivre, au Reveuchet (point coté 752, Est de Nayemont) et dans le bois des Faïtes (ou des Festes), est caractérisée par un débit en couches qui souligne parfois des formes plissées, provoquées par l'écoulement de magma en voie de refroidissement. La roche est d'une couleur brun-noir et gris foncé. Comme phénocristaux on ne rencontre que de petits cristaux d'albite.

Des études pétrographiques des roches volcaniques du bassin de Saint-Dié ont été faites par les deux auteurs mentionnés, Ch. Vélain et G. Choubert, auxquels on peut se référer.

r2b. *Couches de Frapelle*. Les couches de Frapelle sont constituées essentiellement de brèches grises ou rouge brique, d'arkoses et de schistes argileux rouges, riches en mica. Elles se distinguent des couches de Meisenbuckel sous-jacentes par un plus faible remaniement des sédiments et par l'absence de tufs et de roches volcaniques.

L'extension des couches de Frapelle est beaucoup plus grande que celle des couches de Meisenbuckel. La formation s'étend des deux côtés de la Fave, du Climont vers le Sud-Ouest par Saint-Dié jusqu'à Corcieux et dans la région Nompattelize—la Voivre. Sa puissance est maximale près de Provenchères avec 80 mètres.

Au Sud et au Sud-Ouest de Saint-Dié, les couches de Frapelle sont à grain grossier, essentiellement des brèches et des arkoses de couleur grise et rouge brique. Les éléments sont généralement peu arrondis. Malgré le remaniement insignifiant on peut observer dans les affleurements une stratification parallèle et oblique nette jusqu'à l'échelle du centimètre. Les joints de stratification sont soulignés par un placage d'argile mince, rouge et riche en mica. Quelques horizons sont silicifiés et forment des escarpements. On trouve de bons affleurements de ce faciès de la zone marginale du bassin de sédimentation le long de la route de Vanemont à Taintrux et de Taintrux à Anozel.

Au centre du bassin de sédimentation des couches de Frapelle qui est situé entre Provenchères et le Climont, la série est composée d'arkoses à grain fin et d'argilite sableuse. A la base, uniquement, sont intercalés des dépôts grossiers. Les argiles schisteuses sont très riches en mica blanc, légèrement silteuses ou sableuses et généralement de couleur rouge brique.

Dans la région Nompattelize—la Voivre, les couches de Frapelle sont représentées par une suite alternante de conglomérat, d'arkose et d'argilite. Ces sédiments reposent ici sur le socle ou bien sur les roches volcaniques des couches de Meisenbuckel.

En résumé, on peut dire que les couches de Frapelle sont des produits d'altération mécanique d'une zone d'érosion essentiellement granitique. Les dépôts à grain grossier ont l'aspect d'une arène granitique lessivée, alors que les dépôts à grain fin semblent être composés de ce matériau de lessivage. Dans la série se produit un changement de couleur du gris au rouge brique de bas en haut. Dans le domaine d'extension principale, dans la vallée de la Fave, on peut voir une évolution de faciès, de grossier au Sud-Ouest à fin au Nord-Est, qui est liée à une augmentation de l'épaisseur dans cette même direction. En tout, le lithofaciès prédominant est du type *sheet flood*.

ïpr. *Rhyolites de Nompattelize (ignimbrites rhyolitiques)*. Aux environs de Nompattelize, au même niveau stratigraphique que les coulées de Nideck sont intercalées des rhyolites. Les affleurements s'étendent de la Salle à Bréhimont par Nompattelize. Leur puissance maximale dans les zones visibles est de 50 mètres.

Leur structure peut être étudiée dans les carrières de la Salle (feuille Rambervillers) et de Bréhimont. Les joints entre les bancs ont un pendage vers le Nord-Ouest et

l'Ouest. A l'affleurement la roche se présente sous une forme homogène et a un débit à gros bancs. Elle est de couleur gris rougeâtre à violette et aussi, par endroits, jaune clair. Les fissures et les diaclases ainsi que les petites cavités de la roche sont remplies de calcédoine ou bien recouvertes d'aiguilles de quartz.

Sur l'échantillon on peut reconnaître des phénocristaux de quartz, de feldspath et de biotite en quantité variable et parfois de petites inclusions de schistes argileux. Au microscope apparaissent des quartz corrodés et des feldspaths, essentiellement orthose, ainsi que des biotites très altérées. La mésostase est constituée d'un feutrage à grain très fin de quartz et de feldspath. Les phénocristaux sont orientés dans la mésostase et indiquent, en même temps que de légères différences de couleur, une texture fluidale de la roche.

D'après J.C. Chrétien (1961), chez qui on peut trouver des descriptions plus détaillées, il s'agit d'une rhyolite calco-alcaline à caractère d'ignimbrite.

r3a. Thuringien. Couches de Champenay. Grès feldspathiques, schistes argileux. Les couches de Champenay se distinguent des autres formations du Grès rouge par le meilleur tri mécanique de la fraction sableuse (transport éolien ?) et par une plus forte proportion d'argile. D'autre part, dans les couches de Champenay on a un liant carbonaté qui manque entièrement dans les couches sous-jacentes.

Il faut distinguer deux domaines d'extension qui s'individualisent nettement par leur faciès. Dans la région autour de la montagne d'Ormont (domaine méridional) prédominent des sédiments argileux, alors que dans la région de Belval—Champenay (domaine septentrional) ce sont les grès.

Aux environs de la montagne d'Ormont les couches de Champenay, à l'exception des domaines marginaux, reposent en concordance sur les couches de Frapelle. Elles débutent par un conglomérat composé d'éléments bien arrondis et à surface mate, sur lequel reposent deux minces couches d'argile schisteuse (type *schistes cartons*) qui ne sont pas connues ailleurs dans la série. Au-dessus suit une série d'argilites silteuses, à grain de sable et petits éléments conglomératiques. Au Nord-Est de la montagne d'Ormont ce faciès d'argilites passe à un grès à débit en dalles, bien classé, riche en feldspath et à grain moyen. Dans les parties inférieures de ce faciès de grès se présentent des galets grossiers de mélaphyre amygdalaire. Dans le domaine méridional, les couches de Champenay se terminent par une série d'argiles rouges avec plusieurs bancs de dolomie de quelques centimètres d'épaisseur. La formation complète atteint, dans la région de la montagne d'Ormont, 80 m d'épaisseur.

Dans la région de Belval—Champenay, les couches de Champenay présentent un faciès surtout sableux comme au Nord-Est de la montagne d'Ormont. La formation repose ici directement sur le socle. La surface de transgression montre localement de fortes inégalités, comme on peut le voir au Sud de Belval où sont conservés des petits lambeaux de ces couches sur une pente récente de 12°.

Dans ce domaine septentrional, les faciès sableux sont surmontés par une brèche qui est composée de matériaux du socle sous-jacent (dévonien-dinantien, et plus rarement de mélaphyre permien) et à laquelle se mêlent de plus en plus vers le haut des grains de sable bien arrondis et de l'argile. Au deuxième tiers de cette succession qui a une épaisseur de 100 m à Champenay, sont intercalés des corps gréseux, très bien classés et très bien arrondis, à stratification oblique à grande échelle, riches en feldspath mais sans mica, qui doivent être des dunes fossiles. De bons affleurements de ce faciès se rencontrent dans les carrières de Belval et de Champenay où le grès est exploité comme pierre de construction (Grès de Champenay). Au sommet de la formation se trouvent aussi, dans ce domaine, des argiles brun-rouge avec de petits bancs de dolomie comme dans le domaine méridional.

r3b. Thuringien. Couches de Saint-Dié. Grès et grès feldspathiques. Au-dessus de cette série essentiellement composée de grains de sable bien arrondis et d'argile brun-rouge, riche en mica, se sont déposés des sédiments grossiers qui sont mal classés

et mal stratifiés. Les éléments ne montrent pas d'usure. La limite entre les dépôts sous-jacents est très nette et doit être mise en relation avec des remblaiements grossiers causés par un rajeunissement du relief. Presque partout les sédiments des couches de Saint-Dié débordent largement sur l'ancienne zone de sédimentation et recouvrent presque complètement le territoire de la feuille. Un soulèvement de la zone marginale du bassin à l'Est est vraisemblable, parce que les directions principales de transport du matériau sont d'Est en Ouest et du Sud vers le Nord. Le litho-faciès prédominant des couches de Saint-Dié est le fanglomérat, terme des dépôts de coulée de boue et de débris des régions arides en forme d'éventails sur les plaines de pédiment. La composition de la roche varie et dépend des zones d'alimentation. Un matériau granitique prédomine partout. Au Nord de la feuille sont associés aussi des matériaux de roches du Dévono-Dinantien. Les fanglomérats, de couleur brun-rouge sale, ne sont que peu consolidés par un ciment argileux. Dans la région de Ban-de-Sapt seulement, les couches de Saint-Dié sont fortement silicifiées.

Un autre trait caractéristique de cette formation est un enrichissement en dolomie sous forme de nodules auquel est liée une consolidation plus forte et en outre une décoloration de la formation. Au-dessus existent deux autres niveaux riches en dolomie. Le niveau supérieur se trouve au sommet de la formation et le niveau inférieur à environ 40-60 m plus bas. L'épaisseur maximale atteinte dans la région de Saint-Dié est 110 mètres. Des lentilles et des nodules de cornaline en quantité variable apparaissent liés à la dolomite. Localement, les couches de dolomie ont une épaisseur de 2 mètres. De même, de la fluorite d'origine sédimentaire apparaît dans la région de la montagne d'Ormont, en liaison avec le niveau dolomitique inférieur.

Les concrétions de cornaline et dolomite sont les témoins de phénomènes d'encroûtements qui se sont développés pendant les phases d'interruption de sédimentation sous un climat aride par des solutions ascendantes.

SECONDAIRE

Trias

Contrairement au Permien dont les dépôts à faciès molassique se sont accumulés dans des bassins d'extension limitée, intra-montagneux, les sédiments du Trias se sont déposés dans un bassin plus vaste et ont donc une plus grande uniformité de faciès. Tandis que les dépôts continentaux du Permien supérieur se sont formés sous des climats arides, un environnement aquatique prédomine au Trias inférieur. Du fait de ces importants changements dans la paléogéographie, la limite entre le Trias et le Permien apparaît assez nettement. Dans le cadre de la feuille Saint-Dié, on ne trouve que le Buntsandstein, Trias inférieur.

t1a. *Grès vosgien inférieur : grès arkosiques (Grès tigrés). Couches de Senones (Buntsandstein inférieur)*. D'après les travaux parus jusqu'à présent, le Buntsandstein inférieur n'existait pas au Sud du col de Saverne et la limite entre le Permien et le Trias était placée à la base du Grès vosgien avec lequel débute le Buntsandstein moyen. Cependant les levés de l'auteur ont donné des arguments pour considérer les couches supérieures du Permien au-dessus des niveaux à cornaline-dolomite comme un équivalent du Tigersandstein, le Buntsandstein inférieur de la Forêt-Noire. Pour cette raison, ces couches ont été séparées du Permien et définies comme une nouvelle formation lithostratigraphique (Couches de Senones) de l'âge du Buntsandstein inférieur.

Il y a deux faciès de grès qui composent les couches de Senones. Dans les domaines marginaux, à la base de la formation et dans quelques niveaux plus élevés, on rencontre un grès grossier conglomératique, gris rougeâtre à violet-gris, riche en feldspath. Cette roche est légèrement silicifiée et contient à la base de la formation,

localement, des nodules de dolomite. La plus frappante caractéristique de ce grès sont les nombreuses taches brun-noir dues aux oxydes de fer et de manganèse. Cela laisse supposer une faible teneur originelle en carbonates concrétionnés. D'autre part, les couches de Senones sont constituées essentiellement d'un grès brun-rouge foncé à grain moyen et fin, moins feldspathique que le grès grossier. Une fraction importante d'argile et de mica blanc ne manque jamais et représente le ciment. De bas en haut et du Sud vers le Nord augmente la fraction fine.

L'épaisseur presque nulle dans la région de Taintrux au Sud-Ouest de la feuille atteint 110 m dans la région du col du Hantz au Nord-Est. On peut considérer la majeure partie des couches de Senones comme du Grès rouge permien remanié.

t1b. *Grès vosgien supérieur (formation inférieure du Buntsandstein moyen)*. Le Grès vosgien repose dans l'ensemble du périmètre de la feuille Saint-Dié en concordance sur les couches de Senones. Son épaisseur augmente du Sud vers le Nord de 150 à 180 m. Il débute par un conglomérat à ciment gréseux qui est appelé Conglomérat inférieur, par opposition au Conglomérat principal sus-jacent. Il correspond au conglomérat d'Eck de la Forêt-Noire. Ce Conglomérat inférieur, de couleur brun jaunâtre ou brun-rouge clair et peu cohérent a une épaisseur de 6 à 12 mètres. Il est constitué par des galets de quartz et de quartzite bien arrondis, d'un centimètre de diamètre en moyenne, et d'éléments du socle peu arrondis. La matrice est constituée par du grès riche en feldspath. Le Conglomérat inférieur représente un niveau aquifère.

Au dessus repose le Grès vosgien proprement dit, dans lequel l'érosion a façonné des versants abrupts. Cette série se présente en bancs épais et n'est interrompue que rarement par des intercalations ou lentilles argileuses. La roche est composée d'un grès homogène, de couleur brun-rouge clair, à grains moyens toujours bien arrondis et laissant supposer un transport éolien. Fréquemment on trouve des galets de quartz et des boules d'argile dispersés dans la roche, sans ordre. La teneur en feldspath est d'environ 10% en moyenne. Dans de nombreuses carrières, le Grès vosgien a été exploité autrefois comme pierre de construction.

t2a. *Grès bigarré : Conglomérat principal (formation supérieure du Buntsandstein moyen)*. Cette formation est composée de conglomérats grossiers. Des galets d'un diamètre de 10 centimètres ne sont pas rares. La plupart des galets sont de quartz, de quartzite et, plus rarement, de lydienne. Les intercalations de grès ainsi que le ciment des conglomérats sont comparables à ceux du Grès vosgien. La puissance du Conglomérat principal varie entre 15 et 35 mètres.

Dans le cadre de la feuille Saint-Dié, on trouve le Conglomérat principal avant tout à l'Ouest de la Meurthe où il occupe les sommets, et dans quelques compartiments abaissés au centre du territoire de la feuille, comme par exemple sur la montagne d'Ormont.

Le Conglomérat principal est normalement limité vers le haut par une zone-limite violette. Cette zone n'est pas visible dans le périmètre de la feuille Saint-Dié.

t2b. *Couches intermédiaires, grès (formation inférieure du Buntsandstein supérieur)*. Dans la région du Haut-Jacques, le Conglomérat principal est recouvert par un grès à grain fin, de couleur rouge et riche en mica qui doit être attribué aux Couches intermédiaires. Une description détaillée n'est pas possible en raison des mauvaises conditions d'affleurement.

FORMATIONS SUPERFICIELLES

Cadre géomorphologique et généralités

Une analyse géomorphologique des hautes vallées de la Bruche et de la Fave a été faite par A. Rolland (1966 et 1971). Dans le cadre de la feuille Saint-Dié, les formations triasiques ont été fortement disséquées, par érosion, au cours du Tertiaire.

Les formations permienes dans la moitié ouest de la feuille et le socle hercynien dans la moitié est ont été largement dégagés. Modifiée par le jeu de la tectonique tertiaire et quaternaire et façonnée par les agents morphogénétiques depuis son dégagement, la surface actuelle du socle hercynien ne peut plus être considérée comme la pénélaine pré-permienne remise à jour par simple érosion de sa couverture sédimentaire. Au cours du Néogène et du Quaternaire, la partie supérieure de ce socle a nu a été plus ou moins profondément altérée et a subi les processus associés au froid quaternaire : cryoclastie et cryoturbation. Des témoins glaciaires ont été mis en évidence en amont de Sainte-Marie-aux-Mines (F. Ménéillet et P. Fluck, 1975). Les vallons en berceau suspendus sur les flancs nord-ouest à nord-est des hautes crêtes et buttes de Grès vosgien ont pu être façonnés en partie par des processus liés à la présence de névés. Ces indices glaciaires, par leur caractère local et leur répartition, n'infirmant pas l'idée, généralement admise, que cette région comme toutes les Vosges du Nord ait été pratiquement épargnée par les grandes glaciations quaternaires.

Les formations du Quaternaire ancien, conservées sur des terrasses et des glacis relativement perchés, nettement altérées et érodées, témoignent d'une évolution géomorphologique active. Depuis le Quaternaire moyen, les principales vallées ne sont guère encaissées et, en particulier, la vallée de la Meurthe au niveau de Saint-Dié s'est remplie de matériaux fluvio-glaciaires issus des bassins glaciaires de la Grande et de la Petite Meurthe.

Formations d'altération (non représentées sur la carte). Ces formations sont essentiellement localisées à la partie supérieure du socle hercynien. Sur la feuille Saint-Dié, dans le canevas géologique complexe de ce socle, les formations d'altération n'ont pas été représentées afin de ne pas surcharger le graphisme de la carte et également en raison du caractère fragmentaire des connaissances acquises sur ces formations.

L'altération des granités en arène est la mieux connue. A. Rolland (1971) observe des arènes profondes « dans les alvéoles qui entaillent la partie moyenne des versants des principales vallées » qui entament le massif du Champ-du-Feu (la vallée de la Climontaine, par exemple). Sur les interfluves, les arènes sont souvent peu épaisses « superficielles ». Fait général, les granités à gros grains et les granités porphyroïdes sont plus altérés que les granités à grain fin ; les granités sombres, riches en silicates ferro-magnésiens sont aussi plus altérés que les granités clairs. Les arènes formées aux dépens du granité des Crêtes et du granité à enclaves de Waldersbach contiennent de nombreuses *boules* résiduelles de granité. La limite entre le granité sain et le granité arénisé est généralement très irrégulière, le granité sain présentant de nombreux chicots qui recoupent parfois la surface topographique et individualisant des *poches* d'arènes, larges de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. A. Rolland (1971) souligne la fréquence des contacts verticaux entre arène et granité sain. La minéralogie des arènes n'a pas été étudiée dans le détail. Les travaux de J.Y. Gac (1968) et de Y. Tardy et de J.Y. Gac (1968) faits à partir de profils situés pour la plupart plus à l'Est (feuilles Molsheim et Se lestât) s'appliquent probablement ici. Ces auteurs observent dans les arènes des Vosges l'altération des biotites en interstratifiés irréguliers 10-14Å, vermiculites ou chlorites (grands biotites) et des feldspaths en kaolinite (présente en petites quantités), en minéraux amorphes, en montmorillonites, en vermiculites ou en interstratifiés irréguliers 10-14 Å. L'illite est toujours abondante.

Les grauwackes, les tufs volcaniques, les roches paléo-volcaniques sombres et les schistes de Steige ont des produits d'altération beaucoup plus argileux, de teinte brune à rouge violacée. Les dolérites et les diabases forment par altération d'importants chaos de boules.

Formations périglaciaires de versant (non représentées sur la carte). La plupart des versants sont tapissés de formations périglaciaires formées de fragment lithiques emballés dans une matrice plus ou moins abondante, sableuse sur les versants façonnés

dans les Grès vosgiens et les arènes granitiques, argileuses sur les autres versants. Ces formations sont particulièrement bien développées sur les versants modelés dans les Grès vosgiens et à leur base, où elles masquent fréquemment les couches de Senones et la partie supérieure des couches de Saint-Dié. Dans les meilleures coupes, on observe sous la formation de solifluxion généralisée à gros blocs de Grès vosgiens et de poudingues, épaisse de 1 à 4 m, une formation plus fine, sablo-argileuse, grossièrement litée, à petits cryoclastes épars (formation de gélifluxion laminaire). Les formations périglaciaires de versant sont liées aux processus de cryoclastie et de cryoturbation qui se sont exercés avec fréquence et intensité dans les Vosges au cours des périodes froides du Quaternaire.

Formations glaciaires (un seul témoin figuré : GP/G). D'anciennes moraines ont été reconnues dans la vallée du Robinot et la vallée de Fenarupt en amont de Sainte-Marie-aux-Mines et, plus au Nord, dans la vallée du Petit Rombach, en contre-bas du Grand-Sterpois (F. Ménillet et P. Fluck, 1975). Les fonds de la vallée du Robinot et des ruisseaux tributaires sont encombrés de dépôts morainiques dont les plus typiques sont caractérisés par le mélange de blocs roulés et de blocs anguleux, la présence de galets d'arènes et l'importance d'une matrice sableuse *non lavée*. Le *glacier du Robinot* n'a pas recouvert l'éperon de Brifosse. La vallée de Fenarupt présente également des témoins d'englaciation : dépôts morainiques et roches moutonnées. Le dépôt le plus remarquable se situe à l'aval de la vallée (GP/G) et a été mis à jour lors des travaux de terrassement effectués pour la construction de l'hôpital. Une formation de gélifluxion laminaire, épaisse de 4 à 6 m (GP) recouvre une formation hétérométrique non stratifiée, riche en éléments grossiers, à matrice sablo-argileuse (G). Le mélange intime d'éléments émoussés et d'éléments anguleux, la présence de galets d'arènes et l'importance de la matrice sablo-argileuse montrent qu'il s'agit d'une ancienne moraine. Le degré d'altération des galets (95 % des galets de granité des Crêtes altérés dans la masse) indiquent l'ancienneté relative de cette moraine d'âge Mindel possible.

Pv1. *Dépôts de piedmont, très hétérométriques : sables, galets et blocs « blanchis »*. Aux cotes 370 à 430, les versants et replats qui dominent immédiatement la basse plaine de la Meurthe à Saint-Dié conservent d'assez nombreux témoins de ces dépôts. Les plus étendus se situent à l'Est de la ville. Ce sont des formations relativement épaisses, à l'aval des glacis (10 m à plus), constituées par un matériel lité avec alternance de bancs à galets et blocs, de lits sableux et de lits argileux(*). Éléments et matrice sont très lessivés et *blanchis*. Des accumulations d'oxydes de fer et de manganèse, liées à des phénomènes d'hydromorphie, s'observent le long de certains lits. Les bancs supérieurs sont surtout constitués de blocs émoussés de formations cristallines ou cristallophylliennes. La partie moyenne et inférieure de la formation comprend essentiellement des galets de schistes du socle hercynien et de grès permien.

Jv1. *Accumulations de cônes, très hétérométriques: sables, galets et blocs « blanchis »*. Cette formation, conservée seulement sur la rive droite de la Fave, a pu être observée lors des levés entre Neuvillers et Remomeix. Une coupe de 10 m d'épaisseur montrait un matériel hétérométrique à blocs métriques de Grès vosgien peu émoussés à très émoussés et galets de Grès vosgiens de toutes tailles, très altérés dans la masse. Les galets, à patine ferrugineuse, sont épars ou concentrés en lentilles. La matrice est sableuse, très *blanchie* avec des lits de sables argileux lessivés gris à blancs.

Cette formation a été également observée au Sud de Frapelle où elle se présente en placages partiellement éboulés et mélangés avec des débris de la roche en place. Ces placages, d'épaisseur inférieure au mètre n'ont pas été figurés. La formation Jv1 est située à des altitudes variant de 370 à 430 m, soit 20 à 40 m au-dessus du cours actuel de la Fave, en altitude relative.

(*) Localement, à l'Est de Brompton, la formation Pv1 contient de très gros blocs de Grès vosgiens conglomératiques, de 3 à 5 m de longueur.

Pv2. Placages de glaciaires et terrasses : galets. Cette formation n'est conservée qu'au sommet de buttes et de replats, à des altitudes comprises entre 545 et 595 m, au Sud et au Sud-Ouest de Bourg-Bruche. L'altitude relative de ces dépôts au-dessus du cours actuel de la Bruche est de 40 à 70 mètres. Ces placages sont constitués par des éléments épars, non roulés ou faiblement roulés, d'origine variée : éléments de tufs volcaniques dévoniens, galets du Conglomérat principal, éléments de Grès vosgien, de granité, de grès permien et même de basalte permien. Une bonne partie de ces éléments est altérée et blanchie en surface et beaucoup d'entre eux sont gélifractés. Cette formation serait un peu plus récente que les formations Pv1 et Jv1 de la vallée de la Fave (pourcentage d'éléments blanchis plus faible).

Pv. Placages de glaciaires : matériel très hétérométrique allant des limons aux blocs métriques. Cette formation n'est conservée que sur des replats et des croupes, culminant à des altitudes comprises entre 330 et 360 m, sur la rive gauche de la Meurthe entre Saint-Michel-sur-Meurthe et Étival-Clairefontaine. L'altitude relative par rapport à la rivière est de 50 à 20 m, les dépôts les plus bas ayant été remaniés sur les versants.

La formation Pv, résiduelle, est essentiellement constituée de galets, la matrice originelle ayant été éliminée par lessivage mécanique. La longueur des galets est généralement comprise entre 4 et 10 centimètres. Ce sont, pour l'essentiel, des éléments émoussés de granité, de gneiss, de grès permien et de roches volcaniques (d'âge permien probable).

Les placages Pv sont les restes d'un ancien épandage de galets, épais. Le degré d'altération des galets permet d'attribuer à cette formation un âge quaternaire ancien. Elle est cependant plus récente que les dépôts Pv1.

Fv. « Alluvions » très hétérométriques allant des limons aux blocs métriques, souvent indurés. Le flanc nord-est de la cuvette des Prés-du-Chêne, au pied du Climont, est un glaciaire recouvert par cette formation, apparentée à la formation Pv-y, appelée et notée « alluvion » par erreur. La formation Fv est constituée par un matériel très hétérométrique, à nombreux blocs de Grès vosgien et matrice sableuse, qui présente toutes les nuances entre une grande fraîcheur et un fort degré d'altération (blanchiment très marqué). C'est donc très probablement une formation polygénique dont l'élaboration s'est largement échelonnée dans l'échelle chronologique du Quaternaire.

Fw, Jw. Formation d'âge Mindel probable : matériel très hétérométrique allant des sables aux blocs métriques. Parmi les formations attribuées au Mindel, deux types ont été distingués par leur disposition : les alluvions Fw et les cônes de déjection Jw.

Ces formations sont constituées de galets peu roulés d'une longueur généralement comprise entre 4 et 6 cm, localement plus grande (10 cm), emballés dans une matrice presque toujours limono-argileuse, rubéfiée. Les galets de nature granitique sont rubéfiés dans la masse ; les galets façonnés à partir de matériaux dévoniens et permien ont un épais cortex d'altération, parfois supérieur à 1 centimètre.

Les alluvions Fw ne sont conservées que dans des témoins peu étendus de terrasses, situés à une hauteur relative de 25 à 30 m au-dessus du fond des vallées de la Meurthe ou de la Plaine, au Nord et au Sud de Sainte-Marguerite et à Raon-l'Étape, aux hameaux de la Trouche et des Chatelles.

Les restes de cônes de déjection Jw sont assez nombreux dans le bassin de la Meurthe. Ils sont principalement localisés à l'aval des vallées tributaires de la Meurthe (vallées de la Croix-aux-Mines, de Taintrux, du Rabodeau et de la Plaine) et dans la vallée de la Meurthe à Étival-Clairefontaine. Ces cônes se terminent généralement par un talus haut de 5 à 10 m au-dessus des fonds de vallées.

A la jonction des vallées du Rabodeau et de la Meurthe, la formation Jw a été traversée sur une épaisseur de 9 mètres.

Fx. Alluvions d'âge Riss probable : sables et galets recouverts d'une épaisseur variable de limons en surface. Ces alluvions sont conservées en terrasses, principalement dans la vallée de la Fave et aux confluent de la Hure, du Rabodeau et de la Plaine avec la Meurthe. Ces terrasses, peu élevées au-dessus des fonds de vallées, sont constituées par une nappe alluviale caillouteuse recouverte par une couverture limoneuse assez caractéristique. Ces limons (de débordement) sont généralement plus épais sur les terrasses étendues où ils peuvent dépasser 1 mètre. Ils sont limono-argileux dans les bassins modelés dans des formations permienues ou dévoniennes (vallée du Rabodeau, de la Hure et de la Meurthe *p.p.*) et limono-sableux dans les bassins à versants façonnés dans les Grès vosgiens. Ces limons sont presque toujours rubéfiés, mais la couleur rouge peut être également lithochrome.

La masse alluviale caillouteuse est constituée d'éléments émoussés et très hétérométriques, à patine ferrugineuse. Les galets de roches éruptives et cristallophylliennes sont altérés dans la masse. Les galets de quartz sont cariés et tapissés d'enduits ferrugineux. Dans les vallées principales, les alluvions Fx peuvent contenir des blocs (généralement des grès émoussés de 15 à 20 cm de longueur) ; dans les vallées secondaires elles contiennent essentiellement des galets de 4 à 6 centimètres.

Jx. Cônes de déjection d'âge Riss probable : Cailloutis. Cette notation a été appliquée à des cônes *latéraux* liés à de courts vallons (simples entailles dans un versant : vallée du Rabodeau) et aux cônes-terrasses de la basse vallée de la Hure et surtout de la Meurthe à Saint-Dié.

Selon leurs dimensions ces cônes sont recouverts par un manteau limono-argileux ou limono-sableux plus ou moins épais, absent sur certains d'entre eux. La masse principale des cônes est essentiellement formée de galets. Ceux des cônes latéraux sont généralement peu émoussés, sauf lorsqu'ils sont remaniés du Conglomérat principal (t2a). La longueur moyenne des galets est généralement comprise entre 4 et 6 centimètres. Les grands cônes contiennent d'assez nombreux galets de longueur supérieure à 6 centimètres. Les cônes-terrasses de la Hure et de la Meurthe peuvent contenir des blocs de 20 cm, mais ils sont assez rares. La matrice des galets est généralement limoneuse ; elle est partiellement rubéfiée. Si à l'amont du cône, le bassin versant est façonné dans des formations permienues ou dans les Grès vosgiens, la teinte rouge de la matrice peut être lithochrome.

Le cône-terrasse de la Meurthe à Saint-Dié est en partie lié au changement de direction du cours de la rivière. A l'époque de sa formation, le haut bassin de la Meurthe était en partie occupé par des glaciers (le glacier de la Petite Meurthe a atteint Clefcy, 15 km en amont de Saint-Dié, probablement au Riss). Le cône-terrasse de la Meurthe Jx est épais.

Pv-y. Placages de glaciis et terrasses : éboulis polygéniques de blocs gréseux à matrice sableuse. Le glaciis du Bas-Ciimont, au Nord-Ouest de la montagne du Climont, est recouvert par une épaisse formation : éboulis à blocs de grès et matrice sableuse, blanchis en amont, formation moins chaotique et beaucoup moins altérée (éléments non blanchis, à cortex ferrugineux) à l'aval du glaciis.

Jy. Cônes de déjection d'âge Würm probable : en surface, matériel limono-argileux. A l'exception de la vallée du Rabodeau, ils sont peu étendus et peu nombreux. Généralement recouverts par un manteau limono-argileux non altéré, dont l'épaisseur est localement supérieure au mètre, ils sont constitués par un matériel caillouteux, hétérométrique. La nature des éléments est liée à la lithologie du bassin versant. Ils ne sont pas altérés et ne sont pas revêtus d'enduits ferrugineux.

Fy. Alluvions d'âge Würm probable : limons, sables, galets. Comme dans la plupart des vallées du massif vosgien, les rivières des hauts bassins de la Meurthe et de la Bruche entaillent nettement les fonds de vallées et ne débordent guère du lit mineur pendant les crues. L'essentiel des alluvions des fonds de vallée a donc été rapporté au Würm.

En surface, on observe généralement une couverture limono-argileuse ou limono-sableuse épaisse de 0,50 à 1,50 m, rarement plus. Au dessous, la masse principale des alluvions de fonds de vallées est constituée par des galets, des graviers et des sables.

Dans la vallée de la Fave, au sondage 7-6, la nappe alluviale Fy est épaisse (19 m) et constituée de sables, graviers et galets pris dans une matrice argileuse rougeâtre.

Dans la vallée de la Meurthe, la nappe alluviale Fy, épaisse de 5 à 12 m est essentiellement constituée de galets, graviers et sables. Les éléments sont fréquemment plus grossiers dans la partie supérieure de la formation qui est activement exploitée en aval et surtout en amont de Saint-Dié. Dans les grandes ballastières de Sainte-Marguerite—Saulcy-sur-Meurthe, ces alluvions peuvent être observées sur une épaisseur de 5 m environ. Elles apparaissent très homogènes, sans stratification nette et constituées essentiellement de galets et de graviers ; les lentilles de sables sont rares et peu épaisses.

Indications numériques sur la granulométrie et la nature des alluvions Fy à Saulcy-sur-Meurthe (F. Ménillet) (pourcentages pondéraux) :

- rudites (éléments de largeur supérieure à 2 mm) : 88 à 93,5 %
- arénites (éléments de largeur comprise entre 2 mm et 0,05 mm) : 6 à 11 %
- lutites (particules de dimensions inférieures à 0,05 mm) : 0,5 à 1 %
- plus gros bloc observé (galet roulé) : 38 cm
- galets de longueur comprise entre 12,5 et 25 cm : 10 à 12 %
- galets de longueur comprise entre 4 et 12,5 cm : 15 à 20 %
- longueur médiane des galets (tranche 4-15 cm) : 6 cm
- médiane du spectre granulométrique complet (largeur) : 2,3 cm
- nature des galets (pourcentages numériques, tranche 4-15 cm)
 - granito-gneiss : 55 %
 - gneiss : 35 %
 - granité du Valtin : 10 %
- galets fragmentés par le gel : 4 %
- galets altérés : 2 %.

Dans la basse vallée de la Plaine, les alluvions Fy ont une épaisseur de l'ordre de 5 à 8 mètres. Elles sont constituées de sables, graviers et galets. En surface elles sont recouvertes par un manteau sablo-argileux de 0,5 à 1,5 m d'épaisseur.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

On ne peut dégager, pour la feuille de Saint-Dié, une structure d'ensemble cohérente. Chacune des portions de feuille énumérées dans la présentation de la carte a sa structure propre. On envisagera ici trois secteurs essentiels du socle puis la couverture dans son ensemble. Il est à noter que si les dislocations tardives sont communes à la couverture et au socle, certaines directions du socle lui sont propres et ne sont pas projetées sur la couverture ; d'autre part il n'est pas toujours possible de mettre en évidence dans le socle, vu sa constitution lithologique, des failles récentes ou de les distinguer d'accidents plus anciens.

Tectonique des séries gneissiques

Une reconstitution détaillée de la structure des ensembles gneissiques de la feuille est difficile en raison de la rareté et de la médiocrité des affleurements du versant occidental.

Dans les gneiss d'Urbeis où la stratification n'est pas observable, les plans de foliation présentent une certaine constance (N 50 à 70° E, pendage S.SE de 40 à 60°). Un écaillage de cette unité, notamment dans sa partie nord, n'est pas à exclure, mais sa mise en évidence est difficile en raison de l'homogénéité lithologique.

La discordance totale des foliations de part et d'autre du contact gneiss d'Urbeis—gneiss de la Croix-aux-Mines montre la nature tectonique de celui-ci.

Dans les gneiss de la Croix-aux-Mines, les éléments planaires sont constitués par la foliation, en général conforme au litage stratigraphique. Les petits plis, peu fréquents dans les bons affleurements, perturbent peu la structure d'ensemble.

J. Hameurt (1967) a distingué au sein de ces gneiss quatre *bandes* (litho-logiquement hétérogènes) séparées par des contacts tectoniques, offrant chacune une certaine cohérence dans les structures ; les deux bandes méridionales (le Chipai et bois de Mandray, feuille Gérardmer) sont tronquées à l'Ouest par la faille de Mandray.

Dans la bande septentrionale (Haute-Merlusse), la foliation varie de N 140° E à N—S avec pendages constants vers l'Ouest. Les axes N 30° E plongent vers le S.S.W. La bande de Wisembach qui se prolonge vers l'Ouest jusqu'à la Meurthe est plus complexe. Les plans de foliation, N—S à pendage ouest dans la partie orientale (relative concordance avec la bande de Haute-Merlusse), obliquent progressivement vers des directions E.NE (pendage variable) à l'Ouest de Gemaingoutte, de même que les axes (N 10° à N 85° E) dont le plongement est cependant toujours dirigé vers le Sud ou l'Ouest. Cette variation exprime des ondulations de vaste ampleur.

De même, les gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines ont été subdivisés en secteurs tectoniques de forme amygdalaire (P. Fluck et J.P. von Eller, 1971). La portion représentée sur la feuille appartient au secteur de l'Altenberg (foliation N 35° E en moyenne, pendage NW le plus souvent). Des axes de \approx N45 peuvent être observés à Sermonette (voir la notice Gérardmer pour une étude plus détaillée et la description des deux phases de plissement). Dans les gneiss leptynitiques en rive gauche de la Lièpvrette, les structures semblent incohérentes.

Le faisceau de failles N 35° E qui affecte cette région, et représentant une portion de la grande faille de Sainte-Marie-aux-Mines à la Bresse masque ou perturbe à outrance les structures souples originelles.

Le granité des Crêtes est lui-même affecté par ces failles N 35° E. Il est par ailleurs découpé par des dislocations presque E—W qui semblent décaler cartographiquement des compartiments. C'est en réalité la structure en lame du granité qui donne cette image. D'autres dislocations presque E—W se rencontrent plus à l'Ouest dans les gneiss.

Zone du Climont

Les *écailles* du Climont représentent une imbrication intime de micaschistes et quartzites d'âge précambrien avec des bandes de socle gneissique mylonitisées. Des granités en lames ont également participé à cet édifice extrêmement haché des formations du Climont. Cet ensemble a été levé à l'échelle de 1/10 000 et si nos connaissances ont progressé du point de vue lithologique, le mécanisme tectonique nous échappe encore. La ligne essentielle est représentée sans aucun doute par la bande mylonitique et blastomylonitique de Colroy—Lubine dans l'épaisseur de laquelle une importante portion de socle a disparu (broyage, laminage, mouvements chevauchants). Le fonctionnement de cette dislocation peut être observé jusqu'au Saxonien dont les niveaux de base sont localement encastés dans la bande mylonitique.

La deuxième écaille, essentiellement constituée de gneiss mylonitiques, est montée dans les micaschistes, emballée de niveaux particulièrement riches en mica qu'elle chevauche au Nord selon une pente assez raide.

La troisième écaille, ou écaille de Climont, est insérée dans les schistes noirs. Elle est moins malmenée que les deux autres écailles et très composite du point de vue lithologique. Elle est pratiquement verticale.

Cet ensemble se biseaute vers l'Ouest et disparaît sous la couverture permienne avec laquelle il a subi tardivement (cf. ci-après) une tectonique cassante.

La série de Ville, à la hauteur du Climont et au Nord de ce dernier, chevauche les schistes de Steige (Silurien) et en englobe tectoniquement une importante écaille. La fin de ce mouvement de chevauchement doit se situer au Saxonien et il est probable que les venues basaltiques près de la Grande-Fosse lui soient liées.

Massif de Senones s.l.

Ce massif comprend le granité de Senones et les terrains encaissants de ce granité (Dévonien, roches plutoniques dioritiques à granitiques). Il représente le pendant occidental du massif du Champ-du-Feu. L'intrusion tardive du granité de Senones a favorisé le maintien de ce domaine en position de horst. La série dévonienne apparaît monoclinale dans les rares points où des terrains sédimentaires affleurent (route de Moyenmoutier à Senones). Mais elle est perturbée par des essais de petites intrusions de dolérites, de roches filoniennes semi-basiques, de microgranites.

Tectonique post-triasique des terrains de couverture

La tectonique de la couverture est surtout une tectonique cassante post-triasique, qui est induite essentiellement par des structures du socle sous-jacent. Les rejets sont très variables mais ont en général moins de 50 mètres. A cette tectonique s'ajoutent des déformations synsédimentaires (relèvements, abaissements, basculements du soubassement) survenues durant le dépôt du Permien ; elles se manifestent par des discordances locales, déplacement du domaine de sédimentation ou des changements de faciès.

Le Stéphanien est conservé à la faveur de blocs effondrés le long de la dislocation de Lalaye—Lubine. L'Autunien manque localement dans le cadre de la feuille Saint-Dié. Le fait que le Saxonien repose en discordance aussi bien sur le Houiller que sur le socle prouve l'existence de mouvements cassants se situant entre le Stéphanien et le Saxonien. Pendant le Saxonien le bassin permien de la région de Ville s'agrandit vers le Sud-Ouest jusqu'à Saint-Dié et au-delà. L'intercalation de niveaux volcaniques dans le Saxonien et à la limite Saxonien—Thuringien est due également à une tectonique cassante. A ces preuves s'ajoutent le changement d'orientation du domaine de sédimentation pendant le dépôt des couches de Champenay, l'unité inférieure du Thuringien, de NE—SW à N.NE—S.SW. L'unité supérieure du Saxonien, les couches de Saint-Dié aplanissent le relief permien dans le cadre de la feuille.

Le domaine s'est ensuite stabilisé. Pendant le dépôt du Grès bigarré eut alors lieu une occupation progressive du Nord vers le Sud et le Sud-Est. On trouve des dépôts du Grès bigarré inférieur jusqu'à Taintrux ; le Grès bigarré moyen déborde les limites du territoire de la feuille vers le Sud.

Après le dépôt du Trias s'installe, probablement au Tertiaire, une intense tectonique de fracturation. Quatre directions principales sont à mentionner. Ces directions (subverticales) sont symétriques deux à deux : NW—SE et NE—SW ; N.NW—S.SE et N.NE-S.SW.

Failles NW—SE. La plus visible est celle qui va de Raon-l'Étape à Saint-Jean-d'Ormont et meurt à la Petite-Fosse. Elle semble rejoindre plus à l'Est la faille de Lalaye—Lubine. Son rejet est de l'ordre de 70 à 80 mètres.

D'autres failles NW—SE sont à noter à la Truche, à Saales, de Nompattelize à Frapelle.

Une incurvation NW—SE vers l'Est semble être une caractéristique générale de ces failles où la partie méridionale est généralement abaissée par rapport à l'autre.

Failles NE—SW. Ces failles sont tout d'abord représentées par un faisceau qui partant du Climont et de Bonne Fontaine aboutit à Saint-Dié avec une orientation N 60-70° E ; au-delà, la direction est nettement N 40° E. On trouve également des failles parallèles à celles du Climont à la hauteur de Saint-Michel-sur-Meurthe.

Failles N.NE-S.SW. La plus importante part des Quelles par Saulxures en direction de Saales. Il s'ensuit la formation d'un petit fossé dissymétrique. Le rejet en est de 200 à 230 m de sorte que le Buntsandstein moyen est mis en contact avec le socle. D'autres failles ayant cette direction se trouvent près du Puid, à l'Ouest de Moyenmoutier et à l'Ouest d'Étival.

Des failles N.NW—S.SE sillonnent en grand nombre, mais avec de très faibles rejets, la montagne d'Ormont au Nord-Est de Saint-Dié. La plupart des mesures de diaclases ne sont pas en relation avec les orientations des failles.

De toutes ces failles les plus anciennes sont les failles NW—SE, les plus récentes les failles NE-SW.

La chronologie des failles est la suivante : les directions NW—SE sont coupées par les directions NE-SW et celles-ci par les directions N.NE-S.SW et S.SE-N.NW. Ces deux dernières directions sont à peu près contemporaines.

OCCUPATION DU SOL

SOLS ET VÉGÉTATION

La carte pédologique régulière à 1/100 000 (en cours de publication) recouvre entièrement la coupure à 1/50 000 Saint-Dié. Les principaux types de sols y sont décrits et représentés avec précision. Les principales relations des sols avec le sous-sol sont étudiées et les principales associations végétales décrites.

PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Époque néolithique. Aucune industrie paléolithique n'a été signalée dans ce secteur, les premières traces d'occupation apparaissent au Néolithique à Brompont et à Fourcha rupt (Saint-Dié), sous forme de petites stations de surface.

Age du Bronze. La transition Chalcolithique—Bronze ancien est attestée par quelques trouvailles, hors stratigraphie, dans les enceintes protohistoriques de la Bure (Saint-Dié) et de la Pierre-d'Appel (Étival—Clairefontaine) et une armature de flèche en silex, isolée, au château de Beauregard à Raon-l'Étape.

L'Age du Bronze est peu représenté ; une seule trouvaille, une pointe de lance, a été faite à Senones.

Ce manque de documents pour les époques préhistoriques est peut-être dû à une carence dans les recherches sur le terrain et à une couverture forestière trop développée.

Age du Fer. Deux sites sont actuellement fouillés d'une façon méthodique, d'une part celui de la Côte de Répy (Pierre d'Appel), près d'Étival—Clairefontaine, avec un rempart important datant de la Tène III, et de nombreux *fonds de cabanes* de la même époque, contenant un mobilier, surtout céramique, abondant et varié, d'autre part celui du *Camp celtique* de la Bure, où l'on peut constater une continuité dans l'occupation depuis la Tène III jusqu'au IV^{ème} siècle de notre ère, avec remaniement du dispositif de défense et vestiges d'une occupation romaine à la fois défensive et culturelle.

Le site du Grand Jumeau, au Sud de Nompatelize, n'a pas encore été fouillé.

Époque gallo-romaine. Pour le Camp celtique de la Bure, voir plus haut.

Le faubourg Saint-Martin de Saint-Dié a livré au siècle dernier de nombreux vestiges gallo-romains (sculptures, bas-reliefs, céramique).

Quelques éléments isolés ont été recueillis à Saint-Jean-d'Ormont et à la Haute-Pierre (Nord de Moyenmoutier).

D'autres vestiges de la même époque sont susceptibles d'être recueillis le long de l'importante voie transversale antique Langres—Strasbourg, entre Saint-Blaise et le col du Donon.

Aucun témoignage d'installation de l'époque mérovingienne n'a été jusqu'à présent découvert dans cette région.

DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Sur le territoire de la feuille Saint-Dié, les principaux problèmes géotechniques sont liés à la grande diversité des formations géologiques, à la présence de roches et de blocs, de formations altérées, de versants à forte pente et de venues d'eau irrégulièrement réparties.

Problèmes de terrassement et de stabilité. La plupart des versants sont recouverts par des formations de solifluxion, souvent riches en blocs, en particulier sur les versants façonnés dans les grès vosgiens. A peu près stabilisés par leur couverture végétale de prairies ou de forêts, ces formations peuvent donner lieu à des mouvements de terrain d'ampleur variée à l'occasion de fouilles importantes. Des études préalables sont le plus souvent nécessaires.

Les fronts d'altération des roches anciennes (socle hercynien) sont généralement des surfaces très irrégulières avec chicots rocheux et poches de sables, de sables argileux ou d'argile sableuse. Dans certains cas, cette limite irrégulière assurera une bonne tenue relative des terrains, par absence de plans de glissement privilégiés dans le sens de la pente. Dans d'autres cas elle favorisera des affouillements différentiels très gênants. Les formations d'altération et la roche saine peuvent être limitées par un plan vertical.

Les zones tectoniquement broyées sont nombreuses et sujettes à des venues d'eau relativement importantes.

La base des Grès vosgiens et les formations permienes forment généralement des zones humides avec nombreuses venues d'eau, surtout quand ces formations sont relativement argileuses.

Les Grès vosgiens sont presque toujours disloqués en surface.

Les alluvions et les formations de piedmont anciennes, à matrice plus ou moins argileuse, ont de moins bonnes caractéristiques que les alluvions graveleuses des fonds de vallées, mais celles-ci posent les problèmes liés à la présence, à faible profondeur, d'une nappe aquifère.

Problèmes posés par les fondations. En plus des problèmes précédemment évoqués, il faut ajouter les problèmes de tassement et de poinçonnement. L'irrégularité des surfaces rocheuses, masquées par des formations superficielles et la présence de chicots rocheux peuvent être la cause de tassements différentiels et de poinçonnements. Les nombreux blocs de grès et boules de granités, emballés dans les formations superficielles peuvent également provoquer ces phénomènes.

L'altération et la fragmentation profonde de la plupart des roches, la densité des réseaux de failles imposent des études particulièrement minutieuses et une profondeur de reconnaissance importante avant l'établissement de tout barrage.

Problèmes de réemploi des matériaux. Dans le cadre de la feuille Saint-Dié, les déblais sont le plus souvent des formations superficielles hétérogènes avec ou sans blocs. Les matériaux pauvres en matrice fine peuvent être réutilisés, par exemple, comme remblais sur pente, si on a soin d'effectuer au moins un léger tri et d'assembler ces matériaux selon les règles nécessaires pour édifier un remblai stable. Les blocs sont de plus en plus utilisés à des fins décoratives.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGEOLOGIE

Les inventaires hydrogéologiques, les études lithostratigraphiques et structurales effectuées par l'École nationale supérieure de géologie à Nancy dans le périmètre de la feuille Saint-Sié ont mis en évidence un certain nombre de nappes aquifères, d'importance variable, souvent exploitées pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

Nappes alluviales. Les alluvions de la vallée de la Plaine, du Rabodeau et de la Fave, en raison de leur constitution, sables et graviers à matrice très argileuse, et de leur faible épaisseur, 4 à 5 mètres au maximum, ne présentent pas de réserves aquifères intéressantes. Par contre, la nappe de la Meurtrie est exploitée dans plusieurs secteurs, notamment à Saint-Dié, Sainte-Marguerite, les Chatelleset Raon-l'Étape. Les alluvions siliceuses, dont l'épaisseur varie de 5 à 11 m constituent un horizon aquifère aux caractéristiques très hétérogènes (quelques mètres cubes à cent mètres cubes/heure). Les eaux sont faiblement minéralisées (bicarbonate de calcium, sulfate de sodium, silice) et de dureté très faible (2 à 3°).

Nappes des cônes de déjection. Les dépôts notés Jx, Jw, formés de matériaux très hétérométriques, dont l'épaisseur atteint en moyenne 9 à 10 m, peuvent être le siège de nappes aquifères locales comme à Moyenmoutier et au Faing de Sainte-Marguerite. Les débits obtenus sont très variables, jamais supérieurs à 10 m³/h.

Nappes d'arènes. Le réservoir est constitué par la roche altérée ou fissurée et par les dépôts de cailloutis en fond de thalweg. Les exutoires issus de ces formations sont très nombreux, répartis à toutes les altitudes ; ils alimentent en eau potable une grande partie des collectivités. Les débits élevés sont exceptionnels (source de Laye-Fontaine : 6 l/s en août 1968, captée pour l'agglomération de Senones—Vieux-Moulin), mais les émergences tarissent rarement. Les débits sont intimement liés aux précipitations, mais les matériaux sablo-argileux forment *réservoir-tampon* en régularisant la vidange de la nappe.

Les eaux sont faiblement minéralisées (bicarbonate de calcium, sulfates et chlorures de sodium), le pH varie entre 5,8 et 6,4, la dureté entre 1 et 7° français et la résistivité entre 4000 et 25 000 ohm.cm.

Nappes du Grès vosgien. L'étude lithostratigraphique et l'examen des cotes d'émergence des très nombreux exutoires issus de cet horizon ont permis de mettre en évidence deux aquifères : le Conglomérat principal et le Grès vosgien.

Les sources alimentées par le Conglomérat principal sourdent au toit des grès sous-jacents ; elles sont souvent masquées par de puissants éboulis. Les eaux minéralisées et agressives doivent être neutralisées avant distribution. Le pH est voisin de 6,2, la résistivité de 15 à 17 000 ohm.cm et la dureté de l'ordre de 2 à 3° français.

Les points d'eau alimentés par la nappe du Grès vosgien se situent au toit du Permien. Cette nappe est bien alimentée par les précipitations et la drainance des horizons supérieurs. Les hydro-isohypses montrent un écoulement général vers l'Ouest et localement vers l'Est ou le Nord. Le gradient hydraulique a une valeur moyenne de 2‰.

Les eaux de cette nappe ont des caractéristiques physico-chimiques identiques à la précédente.

Nappe du Permien. Bien que très argileux, les grès du Permien peuvent être localement un aquifère intéressant, lié aux conditions structurales.

Les points d'eau se répartissent à des cotes très variables et il n'est pas possible de les classer par niveaux bien définis. Les débits sont faibles, mais réguliers.

Les caractéristiques physico-chimiques sont comprises entre les valeurs extrêmes suivantes : pH 6 à 7,2, dureté 4 à 19° français, résistivité : 3000 à 6000 ohms.cm. La minéralisation est faible ou moyenne.

SUBSTANCES UTILES NON MÉTALLIQUES

Très diversifié sur le plan géologique, le territoire couvert par la feuille Saint-Dié comprend des matériaux variés, mais en gisements généralement limités.

Pierre marbrière, granités. L'altération plus ou moins profonde des granités et la fragmentation importante de la plupart des roches (géofraction, cataclase) restreignent considérablement les gisements. Le granité de Senones est exploité au Sud-Est de cette ville comme pierre marbrière et taillé en bornes et bordures de trottoir, sous le nom de *granit rouge corail*.

Pierres de construction. Le matériau le plus utilisé sur le marché régional, le grès à meule des Couches intermédiaires, n'est représenté qu'au Sud-Ouest du périmètre de la feuille, au sommet de buttes en domaine forestier, où il est en grande partie altéré. Au Nord-Est de la feuille, les grès feldspathiques des couches de Champenay, se débitant naturellement en dalles, sont exploités.

Matériaux de viabilité

Sables et graviers. Les alluvions wurmiennes de la Meurthe sont activement exploitées. Ces matériaux sont précieux par leur granulométrie (prédominance des galets et des graviers, rareté des gros blocs et des fines), les bonnes qualités mécaniques des éléments (granito-gneiss, gneiss, granités, non altérés) et la faible épaisseur des découvertes. Les gisements sont cependant très limités par de fortes contraintes urbaines. Les passées conglomératiques permienues lorsqu'elles sont peu consolidées pourraient fournir des sables et des graviers ; mais elles sont généralement largement cimentées et leur granulométrie et la qualité mécanique des éléments sont beaucoup moins intéressantes que celles des alluvions. Localement le Conglomérat principal est peu consolidé et exploité pour l'empierrement des chemins forestiers.

Matériaux durs. Ce sont les roches paléo-volcaniques qui fournissent les meilleurs matériaux : formations pyroclastiques dévoniennes, kératophyres, diabases, trapp de Raon-l'Étape. Cette dernière formation est activement exploitée pour ballast, empierrement, pour la fabrication d'enrobés denses et de dalles en aggloméré.

Argiles. Ces matériaux n'existent qu'en gisements d'extension très limitée et sont le plus souvent mêlés de sables. Citons les lentilles d'argile dans les formations permienues et les formations d'altération et leurs produits de remaniement. Les argiles du Permien n'ont guère été étudiées ; les formations d'altération contiennent essentiellement des mélanges de minéraux d'altération (illite, vermiculite, chlorite, montmorillonite).

GÎTES MINÉRAUX

Cuivre : gîtes filoniens et stratiformes dans le Permien

Filon de la Beugrée près de Nayemont. A la Beugrée, près de Nayemont-les-Fosses, les grès et shales des couches de Frapelle (Saxonien supérieur) et de Champenay (Thuringien inférieur) sont traversés par un filon de quartz compact (N 110° à 125° E, pendage 60° Sud) à inclusions de chalcopryrite et de bornite, ayant fait l'objet (sans doute au XVIème siècle) d'une recherche au moyen d'une galerie de 30 m et d'un puits. Des filonnets sub-parallèles avec quartz et malachite sont visibles sur la crête à l'Ouest de ce point (J. Geffroy, documents inédits).

Gîte stratiforme d'Anozel. Les indices d'Anozel, reconnus sur une distance de 500 m en direction nord—sud (P. Sainfeld, 1957) correspondent à une imprégnation stratiforme de grès feldspathiques des couches de Frapelle (Saxonien supérieur) par des minéraux d'oxydation du cuivre, intensément exploités au XVIème siècle par galeries et « pinges » (*Bull. Soc. Philom. Vosg.*, 35, 1909-1910, pp. 184-186 ; mine Saint-Jean-d'Anouxel, citée par T. Alix, 1954, in Gobet, 1779). Le chrysocolle, d'une extrême abondance, s'accompagne de petites quantités de malachite, d'âzurite, de vanadates et d'arséniates de cuivre et de cérusite (C. Guillemin, 1956). H. Ungemach (1909) y signale de la fluorite. D'après G. Cabourdin, 1967, la mine Saint-Jean-d'Anozel, reprise au début du XVIIème siècle, était riche, tant en argent qu'en « rosette » (cuivre rouge), ce qui laisse supposer, outre des imprégnations oxydées seules visibles dans les déblais actuels, la présence d'un filon sulfuré nord—sud.

Cuivre-argent (plomb) : filons liés à la dislocation de Lalaye—Lubine et à l'écaillé du Climont.

Les petits filons qui traversent l'écaillé de gneiss mylonitiques jalonnant la dislocation de Lalaye—Lubine sont situés sur le territoire de la feuille Sélestat (la consulter pour leur description). Avec ceux de Saint-Sylvestre et de Lubine, ils constituent un groupe à minéralisation variée (Pb - Zn - Cu - Ag - Sb - As), passant vers le Nord aux paragenèses plus monotones des filons antimonifères et dans les schistes dt Ville.

Dans *le filon de Lubine* exploité aux XVIème et XVIIIème siècles (cuivre gris, bourmonite, galène, bismuth, Ph. de Dietrich, 1800) et encaissé dans l'écaillé du Climont, la baryte et le quartz prédominent parmi les gangues. Par contre, dans celui de *Saint-Sylvestre* (H. Ungemach, 1908), près du col d'Urbeis, les carbonates (sidérose, ankérite, dolomite, calcite) accompagnent presque seuls la minéralisation. Les colonnes de minerai se répartissent en deux filons N 95° E qui traversent les schistes de Ville au Nord de la bande mylonitique, mais ne pénètrent pas dans le Permien inférieur. La tétraédrite en magnifiques cristaux (H. Ungemach, 1906,1909), en général argentifère, s'y accompagne de toute une gamme de minéraux rares principalement à Cu, Pb, Zn, Ag (argent natif, argentite, pyrargyrite). As, Sb (boulangérite, R. Weil et *al.*, 1975), Co (linnéite), Ni (millérite), ainsi que de whewellite, minéral de composition organique et d'origine hydrothermale (H. Ungemach, 1909). La mine fut exploitée de 1899 à 1912 au moyen de galeries et d'un puits de 132 mètres.

Cuivre-plomb (zinc) - argent : filons encaissés dans les séries gneissiques.

Filons essentiellement plombifères. De caractère assez homogène, ils se répartissent en trois ensembles, dont deux, qui comptent parmi les principaux gîtes filoniens des Vosges, n'apparaissent que très partiellement dans le cadre de la feuille (la Croix-aux-Mines et secteur de l'Altenberg à Sainte-Marie-aux-Mines). Leur remplissage consiste essentiellement en galène dans une gangue de sidérose. Leurs directions dominantes oscillent autour de l'orientation N—S. On se reportera à la notice Gérardmer pour leur description plus détaillée et pour l'historique de leur exploitation.

Sur le territoire de la feuille Saint-Dié, le prolongement du Gros Filon de La Croix (qui buterait contre le Permien sur la faille de Coinches—Ginfosse, R. Ch. Bordier, 1948) ne fut que faiblement exploité au XVIème siècle (travaux près de *Ban-de-Laveline*).

Dans le secteur de l'Altenberg apparaît l'extrémité nord du faisceau de Traugott, exploité ici au Blumenthal (au XVIème siècle, mines Saint-Michel et Grunenwald, et travaux du Vertrag sur une hauteur de neuf puits au-dessous de l'Erbstollen [Genault, 1633] qui débouchait contre la Lièpvrette à l'aval de *Sainte-Marie-aux-Mines* ; au XVIIIème siècle, mine Dorothée centrée sur un véritable stockwerk) ; une branche du faisceau se prolonge à Fertrupt (mines Saint-Jean, Rumpapump et Fundgrube, feuille Sélestat). Outre la galène, on rencontra dans ces travaux des minerais de cobalt, un peu de tétraédrite et de l'argent chloruré dans la zone d'oxydation (J. Haubensack, vers 1570).

Le troisième ensemble est représenté par *le gîte de Remémont*, filon à galène, tétraédrite et minéraux d'oxydation (cérusite abondante), encaissé dans le gneiss sous une faible couverture permienne. Une halde principale assez volumineuse témoigne de l'ampleur de l'exploitation (XVIème siècle) (Ph. de Dietrich, 1800).

Filon essentiellement zincifère de Lusse. La paragenèse de ce filon, de direction NW—SE et encaissé dans les anatexites de Lusse, semble se rapprocher de celle du filon de Lubine, par l'abondance de la baryte et l'association Pb-Cu-Zn, bien que ce dernier métal soit ici nettement prédominant. P. Carrière (1851) y signale le bismuth, autre point commun.

Les haldes très volumineuses permettent un bon échantillonnage de la minéralisation. La gangue se compose de plusieurs générations de quartz et de dolomite partiellement fracturés ; la baryte incolore est tardive et souvent bien cristallisée. Les

minerais sont, dans l'ordre d'abondance, la blende ferrifère (à inclusions de minerais d'argent, B.R.G.M., inédit) associée à la galène, à la chalcopryrite et à la tétraédrite.

D'autres mines semblent avoir existé à Haute (ou Basse ?) Merlusse (T. Alix, 1594) et à Wisembach.

Filons à minéralisation variée. La direction des filons de *Sainte-Marie-aux-Mines—Saint-Pierremont* (les plus prestigieux) varie de N 75 à N 120° E ; leur longueur peut dépasser le kilomètre ; ils font partie du vaste ensemble situé essentiellement en rive gauche de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines (ancien *versant lorrain*), qui se poursuit sur le territoire de la feuille Gérardmer en rive droite dans le secteur du Neuenberg.

Les filons, localisés sur la feuille considérée au sein de gneiss leptynitiques, présentent un remplissage varié à prédominance de galène et de tétraédrite. La succession des paragenèses, observée dans les filons du Neuenberg au Rain-de-l'Horloge (dépôt de cinq formations successives) est cependant ici très incomplète ; la première formation manque (à quartz, calcite et tétraédrite), de même que la seconde (à As, Co, Ni, Cu) à l'exception d'indices cobaltifères à la mine Sampson. La troisième formation (galène, cuivre gris, chalcopryrite dans calcite) est bien représentée, la quatrième s'exprime par une abondante venue de baryte dans les parties hautes des filons, la cinquième par des carbonates à minerais d'argent (très rares). L'abondance de la pyrite est un caractère original d'une partie du secteur (abords immédiats de Sainte-Marie-aux-Mines). L'exploitation y est fort ancienne (XVI^{ème} siècle ou avant, sur le domaine des ducs de Lorraine, G. Cabourdin, 1967). Parmi les mines particulièrement riches, il faut citer Saint-Jacques-Lorraine (à Sainte-Marie, argent natif et rouge comme minerai principal, d'après les anciens rapports) et Saint-Barthélémy (à Sainte-Marie, en rive droite et peut-être dans l'alignement du filon de Saint-Jacques), Saint-Guillaume au Hénon (bois de Saint-Pierremont, production 16 tonnes d'argent), Sampson à la Goutte-des-Pommes (3,6 tonnes) et Pfennigthurm - Kayser Heinrich aux Halles (5,4 tonnes).

Fer. Minéralisation de la faille de Saales et du granité des Crêtes. La grande faille de Saales, limitant à l'Ouest un compartiment gréseux permo-triasique effondré, est partiellement imprégnée par une minéralisation en limonite autrefois localement exploitée.

D'autres indices ferrifères sont à signaler dans le granité des Crêtes à l'Ouest de Sainte-Marie-aux-Mines (*Brifosse* : ankérite, oligiste et baryte avec un peu de tétraédrite) et les kersantites qui y sont encaissées.

Manganèse

Nous n'avons pas de documents sur le *gîte de Grandrupt* encaissé dans le granité de Senones.

Également mal connu, le *gîte du Repas* près de Gemaingoutte consisterait, selon le Dr Mougeot (1851), en de nombreux filons entrecroisés dans le gneiss graphiteux à proximité d'une masse quartziteuse ; cependant, un plan des archives d'Épinal (1825) ne fait état que d'un filon NE—SW. La production journalière aurait été en 1834 de 120 à 150 kg (J. Lougnon, 1956). Le minerai se compose d'un mélange compact de psilomélane et cryptomélane (R. Weil, inédit). L'oligiste se rencontrerait au contact du quartzite et du Permien sus-jacent (Dr Mougeot).

Fluorite

Un gisement parfaitement stratiforme de fluorite, localisé dans les horizons de base, carbonates, des couches de Saint-Dié, a été décrit par J. Lougnon (1974). La fluorite est confinée dans les passées carbonatées, principalement dolomitiques, de forme lenticulaire. Les plus importants ont 1 à 2,5 m d'épaisseur et 1 km environ de longueur. Le gisement est géographiquement localisé au Nord de Saint-Dié, dans le massif de la montagne d'Ormont et de la Roche-de-la-Burre (cuvette de Saint-Dié). Le tonnage est important mais la teneur est faible (4 à 5%). À la fluorite sont fréquemment associés de la baryte, des nodules siliceux (cornaline) et de la silice

microscopique plus ou moins dispersée. Le gisement est dépourvu de sulfures. La cristallisation de la fluorite est diagénétique tardive, le fluor ayant été probablement introduit par des eaux hydrothermales liées au volcanisme acide permien.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

DESCRIPTIONS DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES

Des itinéraires géologiques sont décrits et illustrés dans le Guide géologique régional « Vosges-Alsace » (Masson, éd., 1975). Nous proposons ici deux schémas d'itinéraires originaux permettant de parcourir en deux jours l'ensemble du secteur.

Itinéraire I

Sainte-Marie-aux-Mines—col de Sainte-Marie-aux-Mines par la N 59 : granité des Crêtes ; dans la montée au col il est possible d'atteindre, à pied (10') la rhyolite du Robinot. Wisembach—le Giron ; peu avant le Giron, gneiss leptynitiques. Prendre la D 23 jusqu'à Frapelle. En bordure de la route, formations décolorées du Günz. Aller-retour dans le vallon de Lusse où l'on touche aisément les gneiss à taches de cordiérite. Reprendre la D 23 à la sortie de Provencheres en direction de Lubine et au col d'Urbeis. Dans le vallon de la Jambe de Fer : gneiss à sillimanite. Juste avant le col d'Urbeis : 1ère écaille de mylonites ; puis Autunien. Prendre au col la D214 -n direction du Climont. Micaschistes à grenats puis 2ème écaille après le premier lacet. Le Climont : Saxonien. La série de Ville n'est accessible qu'au prix d'excursions à pied. Col de la Salcée : schistes de Steige. Gagner la N 424 par Stampoumont ou par le col de Steige et Ranrupt. Les deux variantes sont intéressantes :

a) par Stampoumont : *granitporphyr*, puis Dévonien (phtanites, diabases, enfin schistes). Butte triasique du Grand Alhan.

b) par Ranrupt : schistes noduleux et cornéennes, granodiorite, diorite, granité du Champ-du-Feu avec filons. Peu avant Saint-Biaise : granité à enclaves de la Serva. Prendre la N 424 en direction du col du Hantz. Divers faciès du Dévonien, pénélaine au-dessus de Saulxures et panorama. Prendre le nouveau tronçon de la route des Crêtes en direction de Saales : granité. Puis on pénètre à travers la faille de Saales dans le grès vosgien (murs de soutènement !).

Prendre à Saales la D 32 en direction de la Grande-Fosse et du col du Las.

A la Grande-Fosse : microgranite porphyrique. Au col du Las : prendre la route forestière vers le Nord sur 1 km. Une excursion à pied conduit dans les andésites et basaltes (Saxonien). Gagner Ban-de-Sapt par la D 32. Entre Ban-de-Sapt et Saint-Jean-d'Ormont : grands affleurements de granodiorite avec lamprophyre et microgranite en bordure de la route. Gagner Saint-Dié par la Culotte à l'Est de la montagne d'Ormont. Grès triasique et Thuringien.

Itinéraire 11

Saint-Dié—Saint-Michel-sur-Meurthe par la N 59. Bréhimont : carrière de rhyolite (Saxonien). En prenant ensuite la petite route goudronnée qui conduit à Deyfosse on peut toucher sur les sommets qui dominent la Meurthe les formations du Günz. A Deyfosse : diorite. Gagner Étival par le plateau du Ménéil. Peu d'affleurements : placages permien. Gagner Raon-l'Étape. Peu avant la ville en rive droite, affleurements de granité alcalin de Raon-l'Étape. Au Nord-Est de la ville : carrière de trapp. Revenir par la N 59 ; gagner la N 424 par la petite départementale qui traverse les dépôts quaternaires du confluent de la Meurthe et du Rabodeau. Traverser Moyenmoutier. A la sortie de l'agglomération, en direction de Senones, à gauche long affleurement de Dévonien : phtanites schisteuses, grès arkosiques, schalsteins. A Senones la D 45 vers le Ménéil : carrières de granité de Senones. Retour à Senones. Continuer sur la N 424. Prendre la D 45 vers le Puid—le Vermont—Saint-Stail : Dévonien volcanique. Dolérites.

Une variante donnant une idée plus complète du Dévonien : continuer depuis le Ménéil de Senones en directions de Laitre et de la Fontenelle, gagner le Paire. En plusieurs endroits, la dolérite du Paire est visible. D 37 en direction d'Hurbache on peut gagner à pied, en quittant la route vers la gauche, les carrières de spillites-kératophyres d'Hurbache. Gagner Denipaire par la D 32, prendre la petite route de Senones. Derrière le réservoir, au-dessus de Denipaire : diorites. Un peu plus loin sur la route, à gauche, conglomérat métamorphique. On peut ensuite aisément gagner Saint-Dié, Saales ou Senones.

BIBLIOGRAPHIE

- ALIX T. (1954) — Extrait de l'histoire du pays de Lorraine avec le dénombrement des mines d'or, d'argent, cuivre et plomb du val de Lièpvre, etc. *in* : GOBET. Les anciens minéralogistes du Royaume de France, II, Paris, 1779, p. 706-720.
- BENECKE E. et VERVEKE L. van (1890) - Über das Rothliegende Ver Vogesen. *Mitt. geol. Landesamt. Els.-Lothr.*, 3, p. 45-103, Strasbourg.
- BORDIER R. Ch. (1948) — Mines de la Croix-en-Lorraine. Histoire générale et travaux. 44 pages ronéo, Saint-Dié.
- BÜCKING H. (1920) — Beiträge zur Géologie des oberen Breuchstals in den Vogesen. *Mitt. geol. Landesamt. Els.-Lothr.*, 12,1 et 2.
- BURNOL L. et LOUGNON J. (1952) - Note sur la molybdénite et la scheelite de Raon-l'Étape. B.R.G.M., Paris, rapport non publié, n° A 305.
- CABOURDIN G. (1967) - Les mines d'argent du Val de Lièpvre et le duché de Lorraine de la fin du XVème siècle à la Guerre de Trente Ans. *Soc. Hist Val de Lièpvre*, 5ème cahier, p. 21 -44.
- CARRIERE P. (1851) — Note sur les mines de La Croix et description des principales espèces minérales de ce gîte. *Ann. Soc. Emul. Vosges*, Épinal, VII, 3, p. 119-143.
- CHOUBERT G. et GARDET G. (1935) - Contribution à l'étude du Permien des Vosges. *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, vol. III, fasc. 4, p. 325-362.
- CHRÉTIEN F. (1961) — Contribution à l'étude géologique et pétrographique de la région d'Étival—Nompattelize. D.E.S. Nancy.
- CHRÉTIEN J.C. et ROCCI G. (1963) - Le volcanisme permo-carbonifère de Nompattelize (Vosges). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7ème Sér., 5, p. 232-238.
- CLAUER N. et BONHOMME M. (1970) - Datations rubidium-strontium dans les schistes de Steige et la série de Ville (Vosges). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 23, 3-4, p. 191-208.
- COHEN E. (1889) - Das obère Weilerthal. *Geol. Spez. Els. Lothr.* III.
- CORSIN P., DUBOIS G., GUILLAUME L. (1931) - Éléments de flore dinantienne dans le massif schisto-grauwackeux de la Bruche. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 7, p. 84-85.

- CORSIN P. et DUBOIS G. (1932) - Description de la flore dinantienne de Champenay. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 2, 1, p. 1-33, pl. I-III.
- DIETRICH Ph. Fr. de (1800) — Description des gîtes de minerai et des bouches à feu de la France. Didot, Paris, t. 3, Lorraine, 576 p.
- DOUBINGER J. (1956) — Contribution à l'étude des flores autuno-stéphaniennès. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 75, 180 p., 17 pl., Strasbourg.
- DUBOIS G. (1946) — Répartition des gisements certainement et vraisemblablement dinantiens dans la région de la Bruche (Vosges moyennes). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 222-223.
- ELLER J.P. von (1958) — Mode de gisement du granité des crêtes à l'Ouest de Sainte-Marie-aux-Mines (Vosges centrales). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, II, 2, p. 65.
- ELLER J.P. von (1966) — Dioritisation, granitisation et métamorphisme dans les Vosges cristallines du Nord. III — La haute vallée de la Bruche. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 19, 2, p. 137-162.
- ELLER J.P. von (1968) — Granitisation, dioritisation et métamorphisme dans les Vosges cristallines du Nord. IV — La zone comprise entre Saales et Denipaire (Vosges). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 21, 1, p. 3-32.
- ELLER J.P. von (1969) — Granitisation, dioritisation et métamorphisme dans les Vosges cristallines du Nord. V — Le massif d'Étival. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 22, 3, p. 185-198.
- ELLER J.P. von, avec la coll. de BLANALT J.G., HAMEURT J. et HOLLINGER J. (1970) — Carte géologique du socle vosgien, partie septentrionale (notice explicative, 1 annexe h.t. en couleur). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 23, 1, p. 5-28.
- ELLER J.P. von, FLUCK P. et HAMEURT J. avec la coll. de HOLLINGER J. (1970) — Carte géologique des Vosges moyennes, partie centrale et partie orientale (notice explicative, 1 annexe h.t. en couleur). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 23, 1, p. 29-50.
- FLUCK P. et von ELLER J.P. (1971) - Contribution à l'étude tectonique des gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 24, 2-3, p. 149-178.
- GAC J.Y. (1968) — Les altérations de quelques roches cristallines des Vosges. Étude minéralogique et géochimique. Thèse 3ème cycle (Géologie dynamique externe). Univ. Strasbourg, 77 p., 1 tabl. h.t.
- GARDET G. (1928) - Révision de la feuille de Lunéville à 1/80 000. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, n° 166, t. 31, p. 89.
- GEFFROY J. (1953) — Les minéralisations du granité et du complexe métamorphique de Raon-l'Étape. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, n° 12, p. 1293.
- GENAULT P., PÜHEL J. von, VALANNDT M. (1633) - Einfeltiges Bericht über das Leberthaalische Bergwercks. Arch. Ht. Rhin C 395, copie Arch. Degermann, Sainte-Marie-aux-Mines, 3456, 8 p.

- HAMEURT J. (1966) — Idées nouvelles sur la géologie des terrains cristallophylliens des Vosges moyennes lorraines. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 263, p. 1928-1931.
- HAMEURT J. (1967) — Les terrains cristallins et cristallophylliens du versant occidental des Vosges moyennes. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 26, 402 p.
- HAMEURT J. (1967) — Carte géologique des terrains cristallins et cristallophylliens des Vosges moyennes lorraines à 1/100 000. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 20-2, p. 117-129.
- HAUBENSACK J. (vers 1570) — La Chronique des Mines de Sainte-Marie-aux-Mines. Éd. par J.J. Dietrich, *Bull. Soc. Hist. nat. Colmar*, 1875-1876, XVI-XVIII, p. 325-345 et Winkelmann, Bochum, 1964, p. 68-76.
- HOLLINGER J. (1970) — Beitrag zur Gliederung des Deckgebirges der Nord-vogesen. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, 121, p. 79-91.
- JÉRÉMINE E. (1933) — Schistes métamorphiques à Radiolaires de la vallée du Rabodeau et de la Petite-Fosse. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, n° 190. t. 38, p. 94-98.
- JÉRÉMINE E. (1933) — Roches et minéraux de Raon-l'Étape. 66ème Congr. Soc. sav., p. 61.
- JÉRÉMINE E. (1937) — Roches éruptives et roches métamorphiques sur la feuille de Lunéville. *Bull. Serv. Carte géol. France*, 39, p. 33-74.
- JÉRÉMINE E., CHOUBERT G. et coll. (1939) - Carte géologique de la France à 1/80 000, feuille Épinal, 2ème édition.
- JUTEAU Th. et ROCCI G. (1965) — Étude pétrographique du massif volcanique dévono-dinantien de Schirmeck (Vosges septentrionales). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, Strasbourg, 18, 3, p. 145-176.
- JUTEAU Th. (1971) — Nouvelles données cartographiques, pétrographiques et chimiques sur le massif dévono-dinantien du Rabodeau (Vosges septentrionales). Pétrogenèse d'une série spilite-kératophyre « hercynotype » complexe. *Sciences de la Terre*, t. XVI, n° 1, p. 45-106.
- LA ROCHE H. de et ELLER J.P. von (1969) — Caractères et tendances géochimiques des bandes granodioritiques et granitiques formant le massif du Champ-du-Feu (Vosges cristallines du Nord). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 22, 3, p. 199-233.
- LAUBACHER G. et ELLER J.P. von (1965) - Contribution à l'étude géologique des dépôts permien du Bassin de Ville. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 19, 2, p. 163-186.
- LEUTWEIN F., ELLER J.P. von, SONET J. et ZIMMERMANN J.L. (1968) - Identification géochronologique des schistes de Ville (Vosges) comme Briovérien (Protérozoïque supérieur). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 21, 1, p. 47-53.

- LOUGNON J. (1956) — Rapport général sur les gisements de manganèse en France. Symposium sur le manganèse, XXème congrès géol. international Mexico, 1956, t. V, p. 63-171.
- LOUGNON J. (1974) — Contribution à l'étude d'un gisement stratiforme de fluorine encaissé dans le Permien supérieur de la dépression de Saint-Dié (Vosges, France). *Sci. Géol., Bull.*, 27, 3, Strasbourg, p. 195-218.
- MÉNILLET F. et FLUCK P. (1975) — Les formations glaciaires quaternaires de la haute vallée de la Lièpvrette (environs de Sainte-Marie-aux-Mines, Haut-Rhin). Étude pétrographique et sédimentologique. *Sci. Géol., Bull.*, 28-2, p. 161-173, Strasbourg.
- MICHEL-LÉVY A. et TERMIER H. (1923) - Sur les roches dénommées « trapps », dans la région de Raon-l'Étape (Vosges). *C.R. Acad. Sci., Paris*, 1.177, p. 334-335.
- MOUGEOT Br. (1851) — Rapport sur les objets concernant l'Histoire naturelle déposés au musée vosgien pendant l'année 1851. *Ann. Soc. Emul. Vosges*, 7, 3, 1851, p. 87-108.
- NICOLAS A. (1960) — Étude pétrographique de la région de Raon-l'Étape—Senones (Vosges). Thèse 3ème cycle, Paris.
- NICOLAS A. et PIERROT M. (1962) - La cummingtonite de Senones (Vosges). *Bull. Soc. Fr. Miner. Cr. st.*, Paris, 85, p. 293-295.
- PERRIAUX J. (1961) - Contribution à la Géologie des Vosges gréseuses. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, n° 18, Strasbourg.
- ROLLAND A. (1966) - Les hautes vallées de la Bruche et de la Fave. Carte et étude géomorphologique. D.E.S. Univ. Strasbourg, 173 p.
- ROLLAND A. (1971) — Le massif du Champ-du-Feu et les hautes vallées de la Bruche et de la Fave (Vosges). Étude géomorphologique. *T.I.G.R.*, 8, p. 45-75.
- RUHLAND M. et BRONNER G. (1965) - Caractères structuraux des schistes de Ville. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 18, 2, p. 91 -110.
- SCHMIDT A. (1970) — Geologische und petrologische Untersuchungen im Grenzbereich Weiler Schiefer/Gneiss von Urbeis (Schuppenzone von Lubine/Vogesen). *Göttinger Arb. Geol. Paläont.*, 6,31 p.
- SIMMLER F. (1962) - Le granité des crêtes à l'Ouest de Sainte-Marie-aux-Mines (Vosges). Étude pétrographique et minéralogique. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 15, p. 81-126.
- TARDY Y. et GAC J.Y. (1968) — Les minéraux argileux dans quelques sols et arènes des Vosges cristallines. Présence de vermiculite. Hypothèse de la néoformation des vermiculites et montmorillonites. *Bull. Serv. Cart. géol. Als. Lorr.*, 21, 4, p. 285-304.

- UNGEMACH H. (1906) - Gîtes métallifères du val de Ville (Alsace). *Bull. Soc. fr. Miner. Cristall.*, p. 194-282.
- UNGEMACH H. (1908) - Die Grube St. Sylvester bei Urbeis. *Mitt. Philom. Ges. Els.-Lothr.*, 4, p. 7-10.
- UNGEMACH H. (1909) — Notes sur les cristaux de whewellite rencontrés dans un filon métallifère alsacien. *Bull. Soc. fr. Min.*, 32, p. 20-34.
- UNGEMACH H. (1909) — Notes cristallographiques sur la fluorine vosgienne. *Bull. Soc. fr. Minéral.*, 32, p. 304-313.
- UNGEMACH H. (1909) - Sur la tétraédrite de la mine de Saint-Sylvestre (Urbeis, Alsace). *Bull. Soc. fr. Min.*, 32, p. 368-381.
- VELAIN Ch. (1885) — Le Permien dans la région des Vosges. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3, XIII, p. 536-564.
- VOLLRATH A. (1945) - Die Rotliegendmulde von Saint-Dié. *Jber. Mitt. Oberrh. geol. Ver.*, NF 31, S, 38-43, Stuttgart.
- WEIL R., SIAT A. et FLUCK P. (1975) - Espèces minérales inédites ou rares des Vosges. *Sci. Geol.*, Bull., 28, 4.

Cartes géologiques à 1/80 000

Feuille Lunéville :

1ère édition (1894), par Ch. Vélain

2ème édition (1937), par G. Choubert, G. Gardet, E. Jérémme et H. Joly

3ème édition (1966), par G. Minoux.

Feuille Strasbourg :

1ère édition (1896), par Ch. Vélain

2ème édition (1958), coordination par M. Jarovoy.

Feuille Épinal :

1ère édition (1892), par Ch. Vélain

2ème édition (1939), coordination par P. Fallot

3ème édition (1969), par G. Minoux, N. Desprez et J. Perriaux.

Feuille Colmar :

1ère édition (couverture partielle) (1893), par Ch. Vélain

2ème édition (1962), coordination par C. Dubois.

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

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

DOCUMENTS ET COLLECTIONS 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 :

— pour les départements du Haut-Rhin et du Bas-Rhin, au S.G.R. Alsace, 204 route de Schirmeck, 67200 Strasbourg ;

— pour le département des Vosges, au S.G.R. Lorraine, Le Longeau, Rozerieulles, 57160 Moulins-lès-Metz ;

— au B.R.G.M., 17-19 rue de la Croix-Nivert, 75015 Paris.

AUTEURS DE LA NOTICE

Généralités, roches cristallines, géologie structurale : J.P. von ELLER, maître de recherches au Centre national de la recherche scientifique.

Formations dévoniennes : texte compilé par F. MÉNILLET, ingénieur géologue au B.R.G.M. d'après les documents et publications de Th. JUTEAU.

Formations permienues et triasiques : J. HOLLINGER, assistant à l'université de Mayence.

Formations superficielles, Quaternaire : texte rédigé par F. MÉNILLET d'après les notes et publications de A.R. CLOOTS, A. ROLLAND et J. TRICART.

Archéologie :

— Néolithique—Bronze : Ch. GUILLAUME, agent technique à la 8ème circonscription des Antiquités préhistoriques.

— Age du Fer, époque gallo-romaine: R. BILLORET, directeur de la 8ème circonscription archéologique des Antiquités historiques.

Gîtes minéraux : P. FLUCK, attaché de recherche au Centre national de la recherche scientifique.

Hydrogéologie : C. MAÏAUX, ingénieur géologue au B.R.G.M.

Substances utiles non métalliques, données géotechniques : F. MÉNILLET.