



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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

MOLSHEIM

XXXVII-16

MOLSHEIM

La carte géologique à 1/50 000
MOLSHEIM est recouverte par la coupure
STRASBOURG (N° 71)
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

*Mont-Ste Odile,
Vallée de la Bruche, Nideck*

SARREBOURG	SAVERNE	BRUMATH- DRUSENHEIM
CIREY- S-VÉZOUZE	MOLSHEIM	STRASBOURG
ST-DIÉ	SÉLESTAT	BENFELD

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

<i>APERÇU GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE D'ENSEMBLE</i>	3
<i>INTRODUCTION</i>	5
Conditions d'établissement de la carte	5
Présentation de la carte	5
Histoire géologique	6
<i>DESCRIPTION DES TERRAINS</i>	8
Terrains cristallins	8
Domaine du Champ-du-Feu	8
Roches filoniennes	16
Primaire	17
Silurien	17
Dévonien	18
Houiller	27
Permien	28
Secondaire	31
Trias	31
Lias	36
Dogger	38
Tertiaire	39
Eocène	39
Oligocène	40
Quaternaire	42
Pléistocène	43
Pléistocène-Holocène	51

<i>TECTONIQUE</i>	53
Tectonique hercynienne	53
Tectonique post-triasique	55
<i>DONNEES GEOPHYSIQUES</i>	57
<i>SOLS, VEGETATION ET CULTURES</i>	58
Erosion des sols	58
Rapports des sols et de la végétation avec les différentes formations géologiques	58
Les sols	58
Végétation	59
<i>PREHISTOIRE ET ARCHEOLOGIE</i>	61
<i>DONNEES GEOTECHNIQUES</i>	62
<i>RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS</i>	64
Hydrogéologie	64
Substances minérales non métalliques	67
Gîtes et indices métallifères	68
<i>DOCUMENTATION COMPLEMENTAIRE</i>	70
Description de sites classiques et d'itinéraires	70
Bibliographie	70
Documents consultables	77
Tableau d'équivalence des notations	78
<i>AUTEURS DE LA NOTICE</i>	80
<i>ANNEXE : Tableaux II et III - Analyses chimiques</i>	81-82

APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE

Situé en Alsace, le territoire couvert par la feuille Molsheim à 1/50 000 est placé à cheval sur les trois régions naturelles qu'il est classique de distinguer dans la région rhénane et qui se différencient assez nettement par la morphologie, la géologie et l'habitat :

— à l'Ouest le *massif vosgien* où affleure le socle hercynien des Vosges du Nord, région d'altitude élevée dépassant 800 à 1 000 m, couverte de forêts, où l'habitat est concentré dans les vallées ;

— au centre les *collines sous-vosgiennes* représentées par l'extrémité méridionale du champ de fractures de Saverne, où le sous-sol, découpé par un réseau serré de failles, fait affleurer des terrains variés d'âge triasique, jurassique, éocène et oligocène inférieur, ensemble de collines d'altitude moyenne oscillant entre 300 et 700 m, paysage mi-boisé, mi-cultivé, dont la retombée orientale porte le vignoble et où l'habitat est concentré en de pittoresques et riches bourgades ;

— à l'Est *la plaine*, faisant partie du fossé rhénan, où les formations superficielles, alluvions et loess, masquent le sous-sol formé de dépôts d'âge oligocène moyen ou plus récents, couverture superficielle donnant des sols profonds et fertiles, terres labourables dont les terroirs situés vers 175 à 200 m dominent les régions déprimées des rieds*.

Le massif vosgien culmine dans la partie méridionale, voisine du Champ-du-Feu (feuille Selestat). En bordure méridionale de la feuille Molsheim, les altitudes dépassent encore 1 000 m dans le massif granitique. Le relief s'abaisse rapidement vers la vallée de la Bruche dont l'axe SW—NE draine un complexe volcano-sédimentaire de terrains d'âge dévono-dinantien. Au Nord de la vallée de la Bruche, le bassin permien du Nideck, avec ses coulées de rhyolites (ignimbrites) dominées par les entablements de Grès vosgiens, offre un paysage remarquable par sa végétation. Dans l'angle nord-ouest et en bordure nord de la feuille, la couverture de grès triasique devenant de plus en plus épaisse, les structures tabulaires dégagées par l'érosion forment de vastes replats s'élevant jusqu'à des altitudes voisines de 900 mètres. Ainsi, la vallée de la Bruche forme une limite très apparente entre les Vosges hercyniennes de la partie sud et les Vosges gréseuses de la partie nord.

* Ried : région marécageuse soumise, à l'état naturel, périodiquement, à l'inondation par débordement ou par remontée de la nappe.

La notion de *collines sous-vosgiennes* s'impose à tout voyageur venant de la plaine et abordant les Vosges soit par Obernai, Rosheim ou la vallée de la Bruche. Le mont National, le Bischenberg, la colline de Mutzig et le Scharrachberg en sont des sites typiques. Cette région doit ses aspects divers à la variété du sous-sol où un réseau serré de failles, un champ de fractures, juxtapose des grès, des calcaires, des marnes d'âge secondaire et tertiaire, masqués par places par des alluvions et même du loess.

Il est classique de dire que les champs de fractures des collines sous-vosgiennes sont limités à l'Ouest par la *faille vosgienne*, à l'Est par la *faille rhénane* et que ces systèmes de failles encadrent les affleurements de terrains jurassiques, la faille rhénane formant en particulier la limite ouest des affleurements de terrains d'âge stampien (Oligocène moyen).

La *faille rhénane*, que l'on peut localiser approximativement par la limite est du vignoble, rebord apparaissant dans le relief, est plus difficile à préciser car son tracé est masqué par les alluvions du massif vosgien et par les loess couvrant les versants nord-est et est des collines. De direction sub-méridienne, elle passe à l'Ouest de Goxwiller, subit à Obernai un décrochement transversal la rejetant vers l'Est, traverse Bischoffsheim et Molsheim, subit un nouveau décrochement à Wolxheim, passe entre Dahlenheim et Scharrachbergheim.

La *faille vosgienne* s'impose sans discussion dans la région d'Oberhaslach au Nord de la Bruche, où un système de failles à rejet est abaissé les marno-calcaires du Trias moyen contre le Permien du Nideck et la couverture de Grès vosgien, failles dont les rejets cumulés de 5 à 600 m se traduisent dans la morphologie du paysage par des différences de relief de l'ordre de 400 mètres.

En direction sud, le prolongement de cette faille forme la limite ouest du plateau de Guirbaden, dont l'entablement de grès est abaissé contre le granité de Grendelbruch. Plus au Sud encore, on peut estimer que le prolongement de la faille vosgienne est formé par les failles en relais passant à l'Ouest du Purpurkopf, du Heidenkopf, de l'Aukopf et du massif du mont Sainte-Odile. Mais ce dernier se relève au-dessus de 800 m dans le replat gréseux du Maennelstein et dans les versants sud et est fait affleurer les schistes de Steige et le Dévonien de Saint-Nabor, éléments importants du socle vosgien. Il en résulte qu'à l'extrémité méridionale du champ de fractures, les divers compartiments, progressivement relevés en altitude, s'accrochent finalement au massif vosgien.

Aussi, en bordure méridionale de la feuille, la limite du paysage vosgien est plutôt donnée par la faille de Saint-Nabor, abaissant le Trias moyen d'Ottrott contre le Dévonien de Saint-Nabor, ou le Lias de Truttenhausen contre les schistes de Steige, faille dont le rejet est dépassé 7 à 800 m pour une dénivellation morphologique dépassant 5 à 600 mètres.

Mais à la hauteur d'Ottrott, cette faille se résout en un éventail de failles sub-méridiennes, délimitant des compartiments disposés en *touches de piano* où l'on peut reconnaître le fossé de Klingenthal et son prolongement, le fossé de Mollkirch à sous-sol de Trias moyen, affaîssés entre les replats gréseux de l'Heidenkopf et du Mollberg à l'Ouest, du Steinberg et de l'Eichwald à l'Est.

Au Nord de la Bruche, les replats gréseux s'étalent largement de Heiligenberg à Mutzig et Sultz-les-Bains ; ils s'abaissent en direction nord-ouest vers le fossé de Balbronn à soubassement de Marnes irisées, dont l'axe orienté du Sud-Ouest au Nord-Est se projette à peu près dans le prolongement du cours supérieur de la Bruche, rivière qui à travers le champ de fractures s'écoule de l'Ouest vers l'Est pour atteindre la plaine rhénane entre Dorlisheim et Molsheim.

Par contre, au Sud de la Bruche, c'est le Trias moyen qui s'étale largement au Nord de Rosheim (Dreisnitz) ; il se rétrécit en direction sud-ouest pour se terminer en coin entre Ottrott et Saint-Nabor. Une dépression formée de Marnes irisées et liasiques est dominée à l'Est par les replats calcaires du Jurassique moyen de Heiligenstein et Bernardswiller et les collines du mont National et du Bischenberg couronnés de conglomérats oligocènes.

Au mont des Frères, au Nord de Bischofsheim, les calcaires du Jurassique moyen pointent à travers les alluvions et le lœss.

Au Nord de la vallée de la Bruche, la limite est du champ de fractures est jalonnée par des affleurements réduits de Jurassique moyen, le plus caractéristique étant celui du Scharrachberg couronné de conglomérat oligocène.

La *plaine rhénane* s'étale entre 150 et 200 m d'altitude. Dans l'angle sud-est du territoire de la feuille affleurent les zones déprimées, les rieds, mal drainés, à alluvions sub-actuelles. Les cours des rivières sont bordés d'alluvions masquées par des lœss. Ces derniers déposés en plusieurs séries au cours des dernières périodes froides pleistocènes couvrent de vastes terroirs, riches terres de labours et masquent le sous-sol. Les dépôts d'âge oligocène moyen qui comblent cette partie centrale du fossé rhénan, n'affleurent qu'au Nord du cours inférieur de la Mossig, dans la région de Ergersheim—Osthoffen, compartiment surélevé couvert de lœss. Plus au Sud les rivières vosgiennes, en bordure des reliefs, le Rhin, au large de la plaine, ont déposé plusieurs séries d'alluvions épaisses de plus de 100 m par endroits. Leur superposition par ordre d'âge fournit la preuve que l'affaissement du fossé rhénan s'est poursuivi au cours du Quaternaire. L'alignement des zones maxima d'accumulation montre que la Bruche et la Mossig se sont d'abord écoulées en direction sud-est et qu'elles n'ont été détournées vers l'Est qu'au Quaternaire récent.

Note. Pour plus de détails sur la morphologie de la région, voir les travaux de Maire, Théobald, Vogt.

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Terrains de couverture. La cartographie de la partie nord a été réalisée par L. van Werveke entre les années 1885 et 1896. Celle de la partie sud a bénéficié de résultats publiés par Cl. Leidhold (1915), J. Schirardin (1914, 1954). Les recherches ont été systématiquement poursuivies de 1927 à 1973 par N. Théobald. Dans les Vosges, les affleurements relativement abondants et la présence du conglomérat principal, repère stratigraphique apparaissant dans la morphologie, ont facilité la cartographie. Mais, dans le vignoble, les structures sont très compliquées et la couverture de lœss et d'alluvions anciennes masque les affleurements. Aussi, a-t-il fallu suivre tous les travaux de terrassement dans les vignes, d'aménagement de routes, de creusement des fondations, et noter tous les indices relevés au cours des décennies pour arriver à rassembler suffisamment de renseignements permettant de donner une image approchée de la structure géologique de la région. Depuis quelques années, le nombre de constructions se multiplie et on peut espérer que le rassemblement de toute la documentation fournie par les affleurements artificiels permettra de préciser les détails de cette structure. Mais les bouleversements créés par l'emploi des machines et la disparition des carrières ne seront pas de nature à faciliter la tâche des géologues.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Molsheim est d'un haut intérêt géologique.

Le socle hercynien des Vosges du Nord déborde largement le quart sud-ouest de la feuille. Les terrains anté-dévonien y sont représentés par une mince bande siluro-ordovicienne essentiellement schisteuse, les schistes de Steige, ayant subi les effets de la granodioritisation ; ils sont bordés au Nord par les volcanites de Saint-Nabor, affleurement extrême de la bande médiane de volcanites du Champ-du-Feu. Plus au

Nord, de part et d'autre de la vallée de la Bruche, affleure une série volcano-sédimentaire, désignée de façon compréhensive sous le terme Dévono-Dinantien et où l'on a identifié du Givétien, du Frasnien et du Viséen inférieur. Le volcanisme, d'âge dévonien moyen, y est de tempérament spilitique.

Les plutonites sont des diorites, des granodiorites et des granités calco-alcalins, le plus tardif, le granité du Kagenfels étant un gigantesque filon récent, à développement hypo-volcanique.

Dans cette région, les sommets montrent des formes morphologiques séniles en partie héritées de la pénélaine post-hercynienne, tandis que les vallées surcreusées après le rajeunissement d'âge tertiaire et quaternaire sont profondément encaissées.

La jeunesse du relief apparaît aussi dans la partie nord du massif vosgien où la couverture sédimentaire a subi une érosion intense aboutissant à d'importants dégagements structuraux des replats soutenus par la dalle de poudingue du Trias inférieur.

On les retrouve encore dans le massif du mont Sainte-Odile. En direction nord, les entablements de Grès vosgien s'abaissent rapidement, les grès bigarrés prennent de plus en plus d'extension. Finalement, les marno-calcaires du Trias moyen, apparus en un fossé étroit au Nord de Klingenthal et à Mollkirch, s'étalent largement au Nord de la Bruche dans le fossé de Balbronn où les marnes irisées prennent une grande extension.

Le paysage, boisé sur couverture gréseuse, cède la place à un paysage ouvert, en grande partie cultivé. Ce dernier domine dans la partie est de la carte, notamment dans la plaine et sur les pentes exposées à l'Est où les compartiments très différenciés par leur sous-sol offrent dans ce champ de fractures une infinie variété de terroirs très habilement exploités par le vignoble. Le microclimat dont bénéficie cette bande de terrains favorise non seulement la maturation du raisin, mais a permis l'installation d'une flore et d'une faune à cachet méditerranéen, encore conservées dans certains sites privilégiés (mont National, Dreispitz, Scharrachberg).

Au débouché des rivières, s'étalent de vastes cônes de déjection d'alluvions accumulés jusqu'au-delà de 100 m et renfermant d'importants réservoirs aquifères. Ils sont masqués en surface par d'épaisses séries de loëss, terres de culture par excellence. Le loëss, en envahissant la retombée est du champ de fractures, a contribué à augmenter la richesse de cette région livrée à l'occupation humaine depuis plus de quatre millénaires.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

L'évolution géologique des Vosges cristallines est dominée par l'orogénèse hercynienne. Les dépôts les plus anciens figurant sur la feuille Molsheim sont les schistes de Steige, série de schistes d'âge siluro-ordovicien. Les volcanites de la bande médiane du Champ-du-Feu leur sont postérieures ; l'âge de leur mise en place n'a encore pu être précisé : il peut se situer au Dévonien inférieur et moyen. A partir du Dévonien moyen, on dispose de quelques repères paléontologiques : marbre de Russ avec faune du Givétien, schistes d'Hersbach avec faune du Frasnien, Culm à plantes d'âge viséen. La sédimentation à caractère de flysch grauwackeux du Dévonien moyen et supérieur prend avec le Culm viséen, essentiellement détritique, la signification d'une molasse.

Le volcanisme pré-orogénique d'âge dévonien moyen est de tempérament spilitique ; on ne connaît pas de volcanisme syn-orogénique.

L'analyse structurale permet d'affirmer l'existence de déformations d'âge calédonien, de faible importance en comparaison de celles d'âge hercynien. Des mouvements de plissement affectent les terrains siluriens et dévoniens ; ils sont accompagnés d'un métamorphisme épizonal, se traduisant par la schistosité. On notera l'absence du Tournaisien, ce qui permet de placer cette série de déformations entre le Frasnien et le Viséen (phase bretonne).

Plus importantes sont les déformations de la fin du Viséen (phase sudète) se traduisant par le plissement du complexe siluro-dévono-dinantien ; elles sont accompagnées d'écaillages et de chevauchements. Le plutonisme met en place successivement des diorites, des granodiorites et des granités calco-alcalins. Notons qu'aucune des roches plutoniques n'a de caractères syn-cinématiques (von Eller) ; elles sont a-ou post-tectoniques ; les granités de Natzwiller et d'Andlau sont rapportés au Westphalien. Le plus tardif est le granité du Kagenfels, gigantesque filon recoupant les dépôts antérieurs et ayant déjà un caractère hypo-volcanique : il est daté du Stéphanien.

Une longue période d'émersion permet à l'altération et à l'érosion de dégrader les reliefs et de façonner une surface dont les restes disséqués par l'érosion antérieure restent encore décelables dans le paysage.

La sédimentation détritique reprend au Permien, déposant des arkoses et des grès dans la dépression de la Bruche prolongeant le bassin de Saint-Dié.

C'est à des mouvements d'âge saalien, se traduisant par des failles accompagnées de chevauchements et d'écaillages locaux, que sont attribuées les manifestations volcaniques du Nideck (tufs et ignimbrites).

La sédimentation détritique se poursuit au Permien supérieur avec le dépôt de grès et de schistes argileux.

Les reliefs hercyniens comblés progressivement par la sédimentation détritique, la couverture gréseuse s'étale largement dès le début des temps triasiques. Sous un climat chaud à saisons alternées, périodes humides entrecoupées de saisons très sèches, mêmes arides, s'accumulent les épaisses séries de Grès vosgien, couronnées d'un épisode conglomératique particulièrement important et continu, le conglomérat principal, dit encore poudingue de Sainte-Odile. La pédogénèse sous régime continental aérien laisse ses traces dans des horizons violets dont la zone-limite violette surmontant le poudingue principal est particulièrement constante. Avec les couches intermédiaires et les grès à *Voltzia*, la sédimentation détritique devient de plus en plus fine, la subsidence intervenant, le milieu continental évolue au cours des grès à *Voltzia* en un milieu deltaïque, d'abord, littoral à vasières et plages marines ensuite.

Ainsi s'annonce la mer du Muschelkalk, transgressive du Nord-Est vers le Sud-Ouest, qui s'installe encore plus franchement avec les grès coquilliers.

Les marnes bariolées du Trias moyen marquent un retour vers le régime lagunaire, se manifestant en particulier par des dépôts d'évaporites importants.

Le régime marin franc revient à l'époque du calcaire coquillier principal (calcaire à entroques et calcaire à Cératites).

Le régime saumâtre revenu temporairement avec les argiles bariolées de la Lettenkohle s'installe plus longuement avec les Marnes irisées et marque encore une courte récurrence dans les argiles rouges surmontant les grès rhétiens.

La mer liasique, largement ouverte, ayant envahi le Bassin parisien et noyé les Vosges, couvre alors toute la région. La sédimentation argileuse domine dans une mer à caractère euxinique* parfois ; elle n'est entrecoupée que par quelques courts épisodes à sédimentation calcaire.

Cette dernière domine largement à la fin de l'Aalénien et au cours du Bajocien. Puis au Bathonien et au Callovien, la sédimentation calcaire cède à nouveau le pas à la sédimentation argileuse.

Les dépôts plus récents d'âge jurassique, notamment ceux dits oxfordiens qui se sont probablement déposés en partie dans notre région, ont été enlevés au cours des périodes d'émersion suivantes.

Aucun dépôt crétacé n'a été identifié dans la région. La période éocène a laissé des produits d'altération connus sous le nom de Sidérolithique et des dépôts lacustres. La

* Qualificatif appliqué à un bassin fermé, confiné.

distribution de ces marnes vertes et grises et des calcaires à Mollusques d'eau douce, localisés dans les zones effondrées, montre la mise en place du futur fossé rhénan.

Au Lattorfien, les bords des lagunes de la zone centrale du fossé rhénan sont jalonnés par des dépôts apportés du continent vosgien, connus sous le nom de conglomérats côtiers et dont la composition pétrographique nous fait assister au démantèlement de la couverture sédimentaire marchant de pair avec le relèvement progressif du massif vosgien.

Ce dernier a dû subir un temps d'arrêt au cours de l'Oligocène moyen et supérieur, où la partie centrale du fossé rhénan, occupée par une mer, se remplit de sédiments plus fins à dominante argileuse d'abord, à dominante sableuse ensuite.

Cette mer s'étant retirée à la fin de l'Oligocène, la taphrogénèse* se poursuit au cours du Miocène et du Pliocène.

Le relief vosgien s'exagérant à partir du Quaternaire, l'érosion reprend avec une vigueur accrue, apportant au fossé rhénan d'énormes volumes de matériaux grossiers laissant en bordure d'importantes nappes de piedmont formées de blocs et de cailloux et dégageant progressivement les reliefs actuels.

Le régime périglaciaire ayant sévi dans la région aux époques glaciaires a laissé plusieurs séries de lœss couvrant les versants exposés au Nord-Est et à l'Est dans la bande externe des collines sous-vosgiennes et couvrant les cônes de déjection anciens des rivières et les reliefs de la plaine rhénane.

Les zones déprimées des rieds, la distribution des différents complexes sédimentaires pléistocènes et les secousses sismiques relevées au cours des temps historiques illustrent le fait que la mise en place des différents éléments structuraux de la région se poursuit encore à l'époque actuelle.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS CRISTALLINS

Domaine du Champ-du-Feu

La feuille Molsheim comprend la partie septentrionale du massif granitique du Champ-du-Feu. Ce massif présente la particularité d'être différencié lithologiquement selon neuf bandes d'orientation SW—NE, larges de 1 à 2 km environ. La bande médiane, constituée principalement de tufs volcaniques dévoniens et non de granite, matérialise une subdivision pétrographique du massif en Champ-du-Feu nord à granites monzonitiques et Champ-du-Feu sud à granodiorites. Cette disposition en bandes est probablement une relique d'une série stratigraphique (volcano-sédimentaire ?) antérieure à la granitisation, qui pourrait prendre place entre les schistes de Steige (Ordovicien) et les formations du Dévonien moyen de la Bruche ou avoir un âge plus ancien cambro-silurien ? Le tableau ci-dessous indique la succession des différentes bandes du Sud-Est au Nord-Ouest :

— granodiorite du Hohwald sud (γ^4 <i>pro parte</i>)	}	Champ-du-Feu sud
— granite du Hohwald nord (faciès Louisenthal) ($p\gamma^{3-4L}$)		
— diorite du Neuntelstein (η)		
— granodiorite du Champ-du-Feu sud (γ^4 <i>pro parte</i>)	}	Champ-du-Feu nord
— bande médiane du Champ-du-Feu (^{ff}d à ^{ci}d)		
— granite du Champ-du-Feu nord (γ^{3M})		
— granite à enclaves de Waldersbach ($E\gamma^{3-4}$)		
— granite de Fouday—Grendelbruch (γ^3)		
— diorite porphyroïde de Fouday—Muckenbach ($p\eta^3$)		

* Formation d'un fossé.

J.-P. von Eller (1970) « dénie le caractère intrusif, au sens habituel, à ces corps granodioritiques allongés » et penche pour l'hypothèse d'une granitisation régionale se terminant par une phase magmatique.

Les événements ne seraient pas tout à fait contemporains pour les différentes bandes d'après la répartition des enclaves et la nature des contacts observés entre ces différents granites. Par exemple, les diorites de Neuntelstein seraient antérieures aux granodiorites, tandis que le granite de Louisenthal serait postérieur à la genèse de ces roches. Ces phénomènes de granitisation se seraient échelonnés au cours du Viséen, en liaison avec les pulsations de la phase sudète. Des phénomènes de thermo-métamorphisme ont affecté l'ensemble du massif du Champ-du-Feu au cours de cette période (phase sudète I ?).

Cet ensemble granodioritique du Champ-du-Feu est recoupé par des granites intrusifs : le granite calco-alkalin de Natzwiller et le granite de Kagenfels. Le granite de Natzwiller et son homologue le granite d'Andlau à la bordure sud-est du massif se seraient mis en place au Westphalien et ont induit, à leur périphérie, un thermo-métamorphisme local. Le granite de Kagenfels est un granite tardi-hercynien, d'âge stéphanien probable ; mis en place à faible profondeur, il a pris localement, un faciès sub-volcanique et un métamorphisme hydrothermal lui a été associé.

La disposition des différentes formations du massif du Champ-du-Feu dans la légende ne correspond pas à une chronologie relative ; par commodité elles seront décrites dans l'ordre indiqué par la légende, contrairement aux formations sédimentaires décrites dans l'ordre inverse qui correspond, dans ce cas, à une succession chronologique.

L'essentiel des données de ce chapitre est extrait des travaux de J.-P. von Eller et de ses collaborateurs, en particulier de l'exposé à caractères géochimique et synthétique de H. de la Roche et J.-P. von Eller (1969).

Y⁴. Granodiorites du Champ-du-Feu sud et du Hohwald sud. *La granodiorite du Hohwald sud* forme la bande la plus méridionale du massif du Champ-du-Feu. Elle a été décrite par H. Rosenbusch (1877 et 1964, p. 160-168) : c'est une roche à structure grenue, à orthose jaunâtre, plagioclase limpide jaunâtre ou verdâtre, quartz gris, biotite automorphe et aiguilles d'amphibole. Le tableau ci-après indique sa composition modale, I volumique, II pondérale calculée (méthode graphique H. de la Roche, 1964) :

Minéral caractère principal	Quartz interstitiel	Orthose poecilitique	Plagioclase andésine	Biotite I brune	Biotite II et chlorite	Hornblende automorphe
I	20-25	7	55	5	3-4	2
II	23	8,3	47	21,7		

Minéraux accessoires : allanite, minéraux opaques, épidote, sphène, apatite rare.

La granodiorite du Hohwald sud contient des enclaves sombres, très nombreuses aux abords de schistes de Steige : des cornéennes et surtout des enclaves à composition microdioritique, qui pourraient être selon J.-P. von Eller (1963) des restes de filons diabasiques. Les caractères de la limite de cette granodiorite avec les schistes de Steige seront évoqués dans le paragraphe consacré à ces schistes.

Le tableau II donne une moyenne de 14 analyses chimiques effectuées sur la granodiorite du Hohwald sud, à l'exclusion des faciès de bordures. Cette roche peut être définie comme une granodiorite typique à tendance hyposiliceuse et ferromagnésienne.

La granodiorite du Champ-du-Feu sud. C'est une roche de teinte généralement grise, plus rarement rose ou rougeâtre, à texture équante et grain moyen. Le tableau ci-dessous indique sa composition modale, I : volumique, II : pondérale calculée :

Minéral caractères principaux	Quartz amiboïde	Orthose poecilitique	Plagioclase oligoclase à andésine, zoné	Biotite I chloritisée avec épidote et prehnite	Chlorite	Hornblende corrodée
	associés tendance graphique					
I	25	7	55	5-7	2-3	2
II	21,8	8	48,5	21,7		

Minéraux accessoires : épidote, allanite, sphène, minéraux opaques, apatite.

Les enclaves sont peu nombreuses ; à proximité de la bande médiane du Champ-du-Feu, la granodiorite contient des masses sombres de texture microlitique à épidote et chlorite (anciens pyroxènes), analogues à certains faciès des formations volcaniques d'âge dévonien.

La composition minéralogique de la granodiorite du Champ-du-Feu sud est comparable à celle du Hohwald sud, mais les faciès sont légèrement différents.

Le tableau II donne la moyenne de 12 analyses effectuées sur les variétés grises de la granodiorite du Champ-du-Feu sud. Ces roches sont très analogues à la granodiorite du Hohwald sud.

A proximité du granite du Kagenfels, la bande du Champ-du-Feu sud comprend des faciès rougeâtres, hétéro-granulaires à tendance porphyrique. Ces roches peuvent contenir jusqu'à 40 % de quartz ; les feldspaths sont imbriqués (perthites mixtes), la biotite est chloritisée, l'amphibole est rare. Elles ont subi une cataclase accompagnée de recristallisation. Ces modifications sont très probablement liées à l'influence thermique du granite hypo-volcanique du Kagenfels qui a recoupé tardivement les bandes granitiques du Champ-du-Feu.

$p\gamma^{3-4L}$. **Granodiorite du Hohwald nord, faciès Louisenthal : faciès grossier à tendance porphyroïde.** Ces roches se différencient des granodiorites du Hohwald sud par une plus grande richesse en quartz et, localement, par une tendance porphyrique (Louisenthal au Nord du Hohwald, feuille Sélestat). Le tableau ci-dessous indique leur composition modale type, I : volumique, II : pondérale calculée :

Minéral caractères principaux	Quartz interstitiel	Orthose grains perthitiques	Plagioclase oligoclase	Biotite I brune altérée	Chlorite biotite II rousse	Hornblende automorphe actinote
I	30-35	7	48	7	3	3
II	30,8	15,2	39,3	14,7		

Quartz et orthose englobent poecilitement les plagioclases de petite taille. Minéraux accessoires : épidote, allanite, sphène, minéraux opaques, apatite. Absence d'enclaves.

Le tableau II donne la moyenne de 10 analyses chimiques d'échantillons prélevés dans la bande Hohwald nord. Ce sont des roches à composition intermédiaire entre les granodiorites et les granites monzonitiques, à tendance hypersiliceuse et peu ferromagnésienne.

γ^3 . **Granite à biotite parfois à amphibole : Granite de Fouday—Grendelbruch.** Ce granite présente des faciès relativement variés. L'affleurement type est l'ancienne carrière de Barembach ($x = 963,050$; $y = 96,875$). La roche exploitée comprend du quartz interstitiel, du microcline perthitique, du plagioclase andésine trouble, de la biotite en disposition cloisonnante ou en nids, de l'amphibole (intermédiaire entre une actinote et une hornblende) rare, de la chlorite. Les principaux minéraux accessoires sont de l'allanite, du sphène et du zircon.

Composition modale, pondérale calculée, du granite de Fouday—Grendelbruch :

Quartz	Minéraux colorés	Feldspath potassique + séricite	Plagioclase
29	11,5	18,7	40,8

Le tableau II montre la composition chimique moyenne du granite de Fouday—Grendelbruch, établie sur 7 échantillons. Elle est semblable au faciès banal, calcosodique du granite de Waldersbach, qui est intermédiaire entre les granites monzonitiques et les granodiorites. Comme ce granite, la bande de Fouday—Grendelbruch peut contenir quelques variétés plus alcalines, contenant plus de silice et de potassium et moins de fer, de magnésium et de calcium.

$\alpha\gamma^3$. **Granite saccharoïde acide à deux micas de Grendelbruch.** C'est un granite assez altéré, rose clair, à larges paillettes de biotites. Il forme deux petits massifs, l'un au Sud, l'autre au Sud-Est de Grendelbruch. Au microscope, il présente une structure grenue, à quartz sub-automorphe, orthose, perthites et plagioclases altérés. Les biotites sont souvent complètement altérées avec libération d'oxydes de fer. La muscovite n'est pas partout présente.

γ^3M . **Granite à biotite du Champ-du-Feu nord.** C'est un granite à grain fin à moyen, d'aspect saccharoïde beige, gris ou rose, prenant souvent une allure aplitique. Des échantillons-types peuvent être récoltés au Nord-Ouest de la maison forestière de l'Ochsenlaeger (faciès rose) et aux environs de celle du Sommerhof (faciès gris). En lame mince on distingue du quartz en grains ou associé à l'orthose perthitique en micropegmatites graphiques, des plagioclases oligoclase-andésine, de la biotite, de rares nids d'amphibole (actinote), de la chlorite, de l'épidote et de l'allanite.

Composition modale, pondérale calculée, des granites du Champ-du-Feu nord :

	Quartz	Minéraux colorés	Feldspath potassique + séricite	Plagioclase
Faciès calcosodique (Sommerhof)	27,7	10,7	20,5	41,1
Faciès potassique (Magel)	31,5	9,4	23,6	35,5

Le tableau II donne les compositions chimiques moyennes de ces deux faciès établies chacune sur une vingtaine d'analyses. Les granites du Champ-du-Feu nord sont des granites monzonitiques. Ils présentent un caractère alcalin par rapport aux unités plus méridionales du massif du Champ-du-Feu.

$\epsilon\gamma^{3-4}$. **Granite à enclaves de Waldersbach.** Synonyme : **Granite de la Serva.** Cette bande granitique est caractérisée par l'abondance d'enclaves basiques. Fréquemment celles-ci dominent sur le liant granitique, le granite paraissant s'insinuer entre les masses basiques. Les affleurements de référence se situent sur les pentes de la Schleiff au Sud-Est de Wildersbach et sur le flanc ouest du Schwarzkopf dans la forêt de Rosheim.

Le granite a des caractères pétrographiques semblables au granite du Champ-du-Feu nord, mais il a généralement une texture porphyrique. Comme celui-ci, il présente une variété calco-sodique, prédominante et une variété potassique. Composition modale, pondérale calculée, du granite de Waldersbach (faciès calco-sodique) :

Quartz	Minéraux colorés	Feldspath potassique + séricite	Plagioclase
28,9	11,6	19,2	41,3

Les enclaves sont particulièrement nombreuses au Schwarzkopf, au Hohbuhl (au Sud-Est de Grendelbruch), dans le vallon de la Serva et la région de Solbach-Wildersbach. Les principaux types d'enclaves sont :

- des diorites à grain relativement fin, tantôt sombres, tantôt claires à aiguilles d'amphibole entrecroisées (*nadelidiorit*), à texture très variable, type le plus répandu, en particulier dans la région de Solbach-Wildersbach ;
- des roches diabasiques : dolérites, vogésites*, diabases microlitiques porphyriques, diabases quartziques, diabases poecilites, diabases vacuolaires, spilites,...
- de rares kératophyres ;
- des cornéennes ;
- de rares enclaves de roches sédimentaires (Schwarzkopf).

Certaines de ces roches rappellent des spilites et diabases du massif volcanique dévonien de Schirmeck et de la bande médiane du Champ-du-Feu, mais on ne peut leur attribuer un âge dévonien avec certitude. Le plus souvent, le contact granite-enclave est très irrégulier et peut être flou. Certaines enclaves sont recoupées par de petites veines de granite. La contamination du granite par les enclaves basiques paraît très discrète.

Le tableau II indique la composition chimique moyenne d'une dizaine d'échantillons de granite de Waldersbach (faciès calco-sodique). C'est un granite monzonitique analogue à granite du Champ-du-Feu nord.

$\mu\gamma^2$. **Bande à faciès microdioritique.** Cette bande de roches sombres, à grain généralement fin se suit de Wildersbach à la montagne du Hohbuhl au Sud-Ouest de Grendelbruch. Au microscope, le fond de la roche apparaît constitué par un assemblage de plagioclases imbriqués et plus ou moins altérés. Du quartz (5 à 15 % environ) se trouve dans les interstices. Sur ce fond clair, se détachent des biotites et des hornblendes très allongées, xénomorphes et plus ou moins altérées. La biotite est parfois chloritisée et

* Lamprophyre monzonitique à hornblende ; terme créé par Rosenbusch (1887) pour désigner des roches de la région de Grendelbruch, sur le territoire de la feuille.

souvent complètement altérée avec libération d'oxydes de fer. En outre, on observe des cristaux aciculaires d'apatite et du sphène. Ces roches sont probablement d'anciennes microdiorites à fond largement recristallisé. L'aspect xénomorphe, « corrodé », des minéraux colorés est probablement dû à cette recristallisation. Ces microdiorites ont une parenté, au moins sur le plan pétrographique, avec les *nadeliorit* des enclaves du granite de Waldersbach.

$\rho\gamma^{3-4}$. **Granites porphyroïdes à biotite de Natzwiller et d'Andlau.** *Le granite de Natzwiller* forme un petit massif intrusif dans le granite à enclaves de Waldersbach. La disposition de son cortège filonien ($\rho\mu\gamma^{3-4}$) montre qu'il a lui-même la forme d'un corps filonien incliné vers le Sud.

C'est un très beau granite porphyroïde, de teinte rose violacé, largement cristallisé. Il présente des faciès de bordure ($\rho\mu\gamma^{3-4}$) microgrenus porphyriques, saccharoïdes ou granophyriques, autour et au toit du massif, en masses pseudo-filoniennes au sein même du granite et en apophyses et filons à l'extérieur du massif. Il contient des enclaves surmicacées, des enclaves de granite de Waldersbach et des masses globuleuses et septa de vogésite porphyrique.

Le tableau II donne une analyse chimique du granite de Natzwiller. Sa composition est celle d'un granite monzonitique et elle est analogue aux granites de Waldersbach et du Champ-du-Feu nord.

Le métamorphisme de contact dû à l'intrusion du granite de Natzwiller est difficile à analyser, la roche encaissante étant un granite de composition chimique voisine. Ce métamorphisme est marqué par une silicification intense et une recristallisation des minéraux ferro-magnésiens (agrégats de petits cristaux de biotite enchevêtrés).

Le granite d'Andlau. La feuille Molsheim comprend l'extrémité nord du massif granitique d'Andlau. C'est un granite circonscrit dans les schistes de Steige, interrompu vers l'Est par la faille vosgienne. L'affleurement de référence (J. Cogné et F. Felter, 1964) est la grande carrière d'Andlau, située dans la partie sud du massif (feuille Sélestat).

Le granite d'Andlau est un granite leucocrate, à structure grenue porphyroïde et grain moyen à grossier. Les porphyroblastes de feldspath rosé, régulièrement répartis ont généralement une longueur voisine de 1 cm.

Minéralogie et analyses modales : I : volumique, II : pondérale calculée du granite d'Andlau.

Minéraux et caractéristiques	Quartz xénomorphe	Plagioclases An 13 - An 35 sub-automorphes	Orthose perthitique	Biotite et chlorite associées	Magnétite ilménite et minéraux accessoires
I	23,3	46,7	18,8	9,4	1,8
II	18,5	50,7 (An 28)	16,1	12,4	2,3

La microstructure est monzonitique.

Le granite d'Andlau comprend de nombreuses enclaves :

— des enclaves litées à contours anguleux, analogues aux cornéennes des schistes de Steige et des nodules biotitiques provenant des schistes noduleux ; ces enclaves sont des éléments de schistes de Steige métamorphisés puis entraînés par le granite d'Andlau, lors de son intrusion (J.-P. von Eller, 1964) ;

— des enclaves massives, à contours arrondis, de nature dioritique à microdioritique, d'interprétation plus délicate.

Le tableau II donne une composition chimique moyenne du granite d'Andlau établie sur 6 analyses. Elle correspond à un type intermédiaire entre les granites monzonitiques et les granodiorites, relativement pauvres en fer et magnésium (faciès akéritique) et très proche des granites monzonitiques.

Ce granite d'Andlau présente parfois un faciès de bordure microgrenu. Son intrusion a induit un métamorphisme de contact dans les schistes de Steige, étudié en détail par J.-P. von Eller et *al.* (1971 et 1972). Ce métamorphisme est net sur la bordure sud du massif où il a formé une auréole, large de 500 m environ avec une zone de cornéennes à andalousite et une zone de schistes noduleux. Sur la bordure nord, seul représenté sur le territoire de la feuille, le métamorphisme du granite d'Andlau s'est superposé à deux métamorphismes antérieurs. Les cornéennes ont subi une rétomorphose complète avec formation de muscovite (ou séricite) et d'andalousite, parfois de deuxième génération.

γ^1 . **Granite acide, hyper-alkalin du Kagenfels.** Ce granite forme une bande arquée, longue de 15 km et large de 0,5 à 2 km, qui recoupe les différentes bandes granitiques du massif du Champ-du-Feu. Il apparaît comme une grande lame filonienne avec un pendage de 50° vers le S.SW environ. Ses limites sont très nettes. Il présente un faciès de bordure granophyrique bien développé et passe dans sa branche sud à des faciès sub-volcaniques puis volcaniques (rhyolite d'Eftermatten, feuille Sélestat). Ces modifications ont été étudiées par J.-P. von Eller (1960).

Le granite du Kagenfels peut être observé entre Rothau et la ruine du Kagenfels ; il forme des escarpements ruiniformes et donne des faciès d'altération riches en boules. C'est une roche grenue à grains de 1 à 3 mm, à structure miarolitique très caractéristique. En lame mince, on observe du quartz automorphe, de l'orthose micropertitique automorphe, deux à trois générations de plagioclases acides, de la biotite et de la muscovite peu abondantes et de la fluorite.

Le tableau II donne la composition chimique moyenne du granite du Kagenfels, établie sur 14 analyses.

Les faciès de bordure du granite de Kagenfels sont constitués par des microgranites blancs ou saumon, saccharoïdes, d'aspect parfois rhyolitique. Le cortège filonien ($\rho\mu\gamma^1$), constitué d'aprites, de granophyres et de microgranites est bien plus développé au Sud qu'au Nord de la lame de granite.

$\rho\eta^3$. **Diorites porphyriques à hornblende de type Muckenbach.** Elles forment de petits massifs de forme irrégulière, le plus important étant allongé parallèlement aux bandes granitiques du Champ-du-Feu, contre le granite de Fouday—Grendelbruch. Au Nord, elles paraissent pénétrer les formations du Dévonien moyen, tandis qu'à Grendelbruch, vers l'Est, des îlots de diorites sont entièrement entourés par le granite de Fouday—Grendelbruch.

Le faciès de ces roches est très hétérogène et leur grain est très variable. Elles peuvent être observées dans la carrière abandonnée du vallon de Russ, sur le chemin forestier du Bruchberg à Grendelbruch et au rocher du Cosaque au Sud de Rothau. Elles ont un aspect moucheté à tacheté.

Au microscope, on observe généralement :

- des plagioclases andésine, troubles ;
- de la hornblende fraîche, apparemment développée aux dépens de plages de chlorite, d'actinote et de sphène ;
- de l'épidote et du pyroxène résiduel ;
- de la calcite, de l'apatite et du quartz interstitiel secondaire ;
- des minéraux opaques.

Ces diorites porphyriques ont une parenté avec certains faciès volcaniques de la bande médiane du Champ-du-Feu ; à Muckenbach (Welschenmatten), elles sont associées à des diabases à labrador ($K^3\Sigma^6$).

Le tableau II donne une idée de la composition chimique des diorites de Muckenbach.

η. Diorite et diorite quartzifère de la bande du Neuntelstein ; types grenus ou hétérogènes. La bande dioritique du Neuntelstein comprend des faciès pétrographiques assez variés. L'affleurement de référence est le rocher de Nientelstein (ou Neuntelstein). Il est formé par une roche grenue à phénoblastes d'amphibole.

Au microscope, on distingue :

- des plagioclases (An 55-60) automorphes ;
- de l'amphibole (hornblende ou actinote) en grands phénoblastes poecilites ;
- de la biotite brune, de l'épidote, du sphène, de la prehnite ;
- du quartz secondaire en faible quantité ;
- de l'apatite, des minéraux opaques.

Le tableau II donne la composition chimique d'une diorite du Neuntelstein. C'est une roche intermédiaire entre les diorites et les gabbros typiques, avec une teneur en CaO anormalement élevée et des teneurs relativement faibles en silice, sodium et potassium.

Parmi les nombreux faciès de variation doivent être mentionnés :

- les diorites à veinules d'actinote, d'épidote et de prehnite et signes de cataclase, abondantes dans le compartiment du Neugruenrain ;
- les diorites porphyriques quartzifères, fréquentes dans la partie nord de la bande dioritique ;
- les faciès porphyriques type rocher de la Métairie (feuille Sélestat) ;
- les diorites orientées du Bernhardsbruch ;
- les diorites hétérogènes à enclaves.

Celles-ci ont été étudiées en détail par P. de Béthune et *al.* (1968). Les principaux types d'enclaves sont des cornéennes de roches sédimentaires (calcaires et grauwackes), des microdiorites, des diabases et rares kératophyres, des amphibolites et des cornéennes de roches éruptives. Ces enclaves sont très probablement les témoins d'une ancienne série volcano-sédimentaire, remplacée par la diorite du Neuntelstein dont la genèse serait liée à l'association de phénomènes métamorphiques et magmatiques.

Roches filoniennes

$\rho\mu\gamma^{3-4}$. **Microgranites porphyroïdes.** Ces microgranites sont associés au granite de Natzwiller ($\rho\gamma^{3-4}$). Ils forment une auréole autour de ce granite, où les faciès sont d'autant plus finement grenus qu'ils sont plus proches du contact avec la roche encaissante. La pâte de ces microgranites est microgrenue à proximité du granite de Natzwiller, granophyrique à distance. Ils contiennent des phénocristaux, rares dans les faciès granophyriques. Au microscope, on observe des quartz plus ou moins corrodés, de l'orthose perthitique plus ou moins corrodée ou associée au quartz en micropegmatite graphique, des plagioclases (oligoclase), de la biotite plus ou moins corrodée et parfois de la muscovite, de l'apatite et du béryl. Cette auréole de microgranite présente des apophyses importantes à l'Est du massif de Natzwiller. Le cortège filonien comprend les mêmes types de microgranites. Il est bien représenté à l'Est et à l'Ouest du massif.

$\rho\mu\gamma^1$. **Microgranites fins, granophyres et rhyolites.** La plupart de ces roches font parti du cortège filonien du granite du Kagenfels. Ces filons sont essentiellement localisés au Sud de la bande arquée formée par ce granite. Ils sont très nombreux au Sud de la maison forestière de Magel où ils ont une orientation N.NW—S.SE et entre Rothau, Solbach et Wildersbach. Les formations viséennes qui affleurent au fond du bassin du Nideck sont recoupées par deux filons de microgranites analogues.

Le cortège filonien du granite du Kagenfels comprend les mêmes types pétrographiques que les faciès de bordure de ce granite : micropegmatites fines, feutrées, rhyolites à pâte granophyrique avec ou sans textures fluidales ou sphérolitiques. Ces roches se reconnaissent sur le terrain à leurs teintes blanches à saumon et leur aspect généralement saccharoïde.

$\mu\gamma$. Microgranites divers, sans apparemment et Granit-porphyr à tendance granodioritique. Dans le massif du Champ-du-Feu, les granites ayant un cortège filonien sont ceux de Natzwiller et du Kagenfels, les seuls qui ont des caractères magmatiques francs. En dehors de ces deux cortèges filoniens, d'assez nombreux filons de microgranites recoupent les formations sédimentaires du Viséen, à proximité du massif du Champ-du-Feu. Ces microgranites divers ont été groupés sous la notation $\mu\gamma$. Un faciès de bordure de la diorite du Neuntelstein : le *granit-porphyr* (Rosenbusch) a été également figuré sous cette notation. C'est une roche à phénocristaux de quartz et de plagioclase, de taille et de proportions variables, épars dans une pâte grise plus ou moins recristallisée. P. de Béthune et *al.* (1968) classent cette roche parmi les microdiorites quartzifères et pensent que sa genèse aurait pu être associée au volcanisme dévonien, antérieur à la formation de la diorite du Neuntelstein.

$\mu\eta$. Microdiorites. Ces roches forment de nombreux pointements dans les formations sédimentaires dévoniennes en bordure nord du massif du Champ-du-Feu et dans le granite à enclaves de Waldersbach, dans l'angle sud-est du territoire de la feuille. Ce dernier groupe présente des faciès porphyriques (*granit-porphyr* de Rosenbusch) à phénocristaux blancs de plagioclases et de quartz. Ces microdiorites contiennent également de la biotite et de la hornblende verte. Le fond est felsitique, micropegmatitique ou microgrenu. La composition chimique de ces roches est voisine de celle des diorites de Muckenbach ($p\eta^3$). Selon J.-P. von Eller (1965), il pourrait s'agir de venues filoniennes postérieures à la genèse du granite à enclaves de Waldersbach, mais antérieures à celle du granite de Fouday—Grendelbruch.

ν . Lamprophyres et semi-lamprophyres. Ces roches sombres ont une répartition assez voisine des microdiorites : elles recoupent les formations sédimentaires dévoniennes en bordure nord du massif du Champ-du-Feu et le granite à enclaves de Waldersbach. Mais, en outre, quelques filons de lamprophyres traversent les granites de Natzwiller et du Kagenfels et pourraient être les dernières venues éruptives du massif du Champ-du-Feu.

Les principaux types pétrographiques sont des vogésites, des kersantites, des andésites, des microdiorites quartzifères et des microgranites à pâte andésitique.

PRIMAIRE

Silurien

Schistes de Steige métamorphiques : cornéennes

Le territoire couvert par la feuille Molsheim comprend l'extrémité nord-est des schistes de Steige qui forment une longue bande d'orientation W.SW—E.NE comprise dans les structures hercyniennes des Vosges du Nord. Ce sont des schistes quartzophylliteux de faciès monotones d'âge silurien (J. Doubinger et J.-P. von Eller, 1962 ; M. Bonhomme et G. Dunoyer de Segonzac, 1962), métamorphisés à proximité des granites du Champ-du-Feu. Ce métamorphisme a été l'objet du célèbre mémoire de H. Rosenbusch (1877-1964) qu'il avait interprété comme l'effet d'un métamorphisme unique lié à la mise en place des granites du Champ-du-Feu qu'il croyait contemporains. En réalité J.-P. von Eller (1964) a déterminé l'ordre d'intrusion ou de formation des différentes roches plutoniques. Le tableau I indique cet ordre et les différentes phases de

métamorphisme thermique (ou de contact) correspondantes (J.-P. von Eller et *al.*, 1971 et 1972, simplifié).

TABLEAU I

Intrusion ou granitisation	Métamorphisme : paragénèses minérales			
	Faciès initiaux	Schistes de Steige faciès banal	Niveaux hyper-alumineux	Niveaux grésopélitiques
1 – Diorites en essaims (diorite du Neuntelstein)			au contact : sillimanite corindon cordiérite orthose biotite	au contact : sillimanite cordiérite plagioclase biotite muscovite
			à distance : andalousite I cordiérite plagioclase biotite muscovite	à distance : andalousite I cordiérite biotite plagioclase
2 – Granodiorites (Hohwald–Champ-du-Feu sud)			au contact : andalousite II cordiérite muscovite biotite	au contact : andalousite II cordiérite plagioclase biotite
3 – Granite d'Andlau		au contact : andalousite III cordiérite biotite muscovite	au contact : andalousite III cordiérite muscovite	au contact : andalousite III cordiérite biotite muscovite plagioclase
	rétromorphose complète de la sillimanite			
4 – Granite du Kagenfels	pas de thermo-métamorphisme ; métamorphisme hydrothermal			

Ces différents métamorphismes ne se sont pas exercés sur un matériel homogène. Dans cette étroite bande comprise entre le granite d'Andlau au Sud et les formations pyroclastiques dévoniennes de Saint-Nabor et leur couverture triasique au Nord, on a la succession suivante, du Sud vers le Nord :

- des schistes de Steige, faciès banal :
- une bande de faciès hyper-alumineux pouvant correspondre à des faciès d'altération continentaux (bauxite ?) développés à la limite Silurien-Dévonien ;

— une série grésopélimitique à rares lentilles calcaires qui pourrait déjà correspondre à la partie inférieure du Dévonien.

Sur la feuille Molsheim, deux unités cartographiques ont été distinguées dans ces cornéennes.

o-sC. Cornéennes grenues, litées grésopélimitiques et cornéennes hyper-alumineuses. Ces cornéennes correspondent aux effets cumulés des deux premiers métamorphismes. Elles comprennent l'association minéralogique suivante :

- quartz ;
- sillimanite sous forme de fibrolite, de prismes ou en inclusion dans l'andalousite ;
- andalousite en grains hypidioblastiques ou xénoblastiques ;
- cordiérite, transformée en pinite ou séricite et chlorite ;
- biotite, plus ou moins chloritisée ;
- muscovite en lamelles bien développées, primaire ;
- plagioclase (oligoclase), sporadique ;
- corindon, dans les faciès hyper-alumineux, riches en sillimanite et feldspath potassique, et dépourvus de quartz.

Les cornéennes hyper-alumineuses contiennent de 39,5 à 43,5 % de SiO_2 et 28,5 à 34,5 % de Al_2O_3 . Les cornéennes grésopélimitiques sont plus siliceuses (50 à 60 % de SiO_2) et contiennent 20 à 26,5 % de Al_2O_3 ; sur la carte, elles ont été distinguées des cornéennes hyper-alumineuses, par un figuré de points rouges.

Des cornéennes calciques, avec ou sans grenat peuvent être observées à l'Ouest du château de Truttenhausen (ancienne carrière à l'altitude 500 mètres).

o-sCc. Cornéennes à faciès polymétamorphique à andalousite rétrotransformée. Ces cornéennes correspondent à l'aureole de métamorphisme du granite d'Andlau. Elles peuvent être observées à proximité du château de Landsberg.

Ces roches sont constituées par un mélange de quartz et de minéraux phylliteux, à andalousite partiellement ou totalement altérée ; elles contiennent également des fantômes de cordiérite.

Dévonien

Dévonien inférieur à moyen : bande médiane du Champ-du-Feu

Cette bande de terrains volcaniques et sédimentaires, intercalée dans les granites du Champ-du-Feu (ancien fossé tectonique probable) apparaît discontinue sur la feuille Molsheim. Elle est recoupée par le granite hercynien du Kagenfels et, plus à l'Est, recouverte par les grès vosgiens. La composante horizontale des failles NW—SE (décrochements) qui recoupe la bande médiane du Champ-du-Feu, très nette sur la feuille Sélestat, apparaît moins ici. Le volcanisme de la bande médiane du Champ-du-Feu est de type alcalin, à caractère sodi-potassique (de la Roche et von Eller, 1971).

¶d. Roches pyroclastiques et dépôts volcaniques. La bande médiane du Champ-du-Feu est essentiellement constituée de roches volcaniques où prédominent des faciès pyroclastiques. Parmi les principaux types pétrographiques von Eller (1964) cite des tufs volcaniques sédimentés dans l'eau, des microgabbros, des laves et brèches volcaniques basiques, des kératophyres et brèches volcaniques acides. Il faut également mentionner des passées de grès et conglomérats à ciment grauwackeux qui peuvent être observés dans les grandes carrières de Saint-Nabor. Dans ces exploitations, en plus du métamorphisme intense qui a affecté la plupart de ces roches, apparaissent les marques d'une cataclase postérieure liée au jeu de la faille vosgienne. Selon von Eller (1964), le métamorphisme, lié à l'orogénèse hercynienne, est marqué par l'abondance de séricite, de chlorite et d'épidote. De rares cornéennes sont liées aux bandes granitiques qui ont épousé les anciennes structures sédimentaires.

^{cid}. **Cinérites fines.** Ces roches, homogènes et à grain fin, ont été observées au Sud de Saint-Nabor.

Par leur position structurale dans les Vosges du Nord, leur nature pétrographique et la présence de quelques niveaux à Radiolaires, les formations de la bande médiane du Champ-du-Feu sont généralement rapportées au Dévonien inférieur. Sur la feuille Saint-Dié, elles paraissent se relier, vers le Nord, à des formations d'âge couvinien, termes les plus anciens connus du Dévonien de la vallée de la Bruche.

Dévon-Dinantien

La feuille Molsheim couvre une importante partie de la bande de terrains primaires d'âge dévono-dinantien qui limitent, selon une direction SW—NE, les Vosges hercyniennes vers le Nord.

Dans cet ensemble, les terrains les plus anciens connus ont été attribués à l'étage couvinien (feuille Saint-Dié). Sur la feuille Molsheim, le Dévono-Dinantien comprend la partie orientale du massif volcanique de Schirmeck, volcanisme pré-orogénique de tempérament spilitique et d'âge givétien, ainsi que l'important ensemble sédimentaire de la vallée de la Bruche d'âge givétien à viséen. Cet ensemble, constitué de séries de schistes et de grauwackes* en alternance irrégulière, d'épaisseur importante, probablement supérieure à 2 000 m s'est déposé dans un milieu marin recevant principalement des apports d'origine terrigène. Les formations sédimentaires dévono-dinantiniennes de la vallée de la Bruche n'ont pas les caractères typiques des flyschs mais apparaissent cependant liées à un contexte paléogéographique pré-orogénique.

Formations volcaniques givétiennes du massif de Schirmeck.

La feuille Molsheim couvre l'extrémité orientale du massif de Schirmeck. Les formations de nature essentiellement volcanique, qui constituent cette unité paléogéographique affleurent entre la *cuesta* permo-triasique de la forêt du Donon (feuille Cirey-sur-Vezouze) et la Bruche, dans un pays de collines, au relief confus, n'excédant pas l'altitude 675 mètres. La cartographie de détail et l'étude pétrologique du massif de Schirmeck ont été effectuées par T. Juteau (1965 et 1966) auquel nous emprunterons l'essentiel de ces descriptions.

Le massif de Schirmeck est un ensemble complexe de formations effusives et pyroclastiques comprenant à la fois des roches basiques et des roches acides. La plupart de ces roches, riches en albite (feldspath sodique) appartiennent à la série spilité-kératophyre ou groupe des albitophyres. Dans ce type sérié et plus particulièrement dans le cadre de l'orogénèse hercynienne, l'originalité du massif de Schirmeck est la grande abondance des formations acides (kératophyres) et l'importance des phénomènes de silicification qui les ont affectés (silicification d'origine magmatique, tardive et sub-contemporaine de la mise en place du massif selon Juteau et Rocci, 1966).

Vers le Nord-Est, les relations entre les formations volcaniques du massif de Schirmeck et les assises sédimentaires de la vallée de la Bruche sont mal connues en raison du découpage tectonique complexe et des mauvaises conditions d'affleurement. L'analyse de la carte (b_rK^3 recoupe d_{4c} ; pK^1 recoupe d_{4d}) suggère un âge givétien à frasnien inférieur, ce qui est en accord avec l'âge givétien généralement admis pour le massif de Schirmeck.

Vers le Sud-Ouest, des formations analogues affleurent dans la région de Senones. C'est le complexe éruptif de Moyenmoutier « réplique exacte du complexe éruptif de Schirmeck » (T. Juteau, 1971). Sous les formations permienes de Champenay, les massifs de Moyenmoutier et de Schirmeck sont probablement en continuité. Le complexe

* Définition du terme grauwacke dans le Dévono-Dinantien de la Bruche.

de Moyenmoutier s'insère dans un environnement sédimentaire schisto-grauwackeux à conglomératique et aurait un âge post-couvien (T. Juteau, 1971).

Les mauvaises conditions d'affleurement et la texture massive des roches volcaniques ne permettent guère d'observations structurales suffisantes. Les rares formations sédimentaires et volcano-sédimentaires bien litées ont leurs bancs en disposition sub-verticale, selon des directions parallèles à la direction varisque N50° à N70°E. La plupart de ces roches présentent de nombreuses traces de cataclase (fracturation, torsion de minéraux, broyages, traces d'écrasement,...), marques de l'orogénèse hercynienne.

brK^3 . **Brèches spilitiques et *schalsteins*.** Les brèches spilitiques sont constituées d'éléments de *spilite* (albitophyre mésocrate) enrobées dans une pâte spilitique de même nature ; les *schalsteins* sont des roches pyroclastiques à éléments polygènes : galets de spilite et de kératophyres, éléments de roches sédimentaires, débris de cristaux, etc.

Les brèches spilitiques sont des roches verdâtres, aphanitiques à éléments noirs arrondis, de longueur généralement inférieure à 2 cm, et nombreuses vacuoles de toutes tailles. Souvent, les éléments sont jointifs, moulés les uns sur les autres, presque sans ciment. Au microscope, ils apparaissent constitués de microlites de plagioclases, plus ou moins serrés, dans un fond ferrugineux opaque avec de la calcite finement cristallisée et des granules d'épidote.

Le terme *schalstein* regroupe des roches très diverses par leur granulométrie, depuis des tufs très fins jusqu'à des brèches et conglomérats à éléments de plusieurs centimètres. Les tufs fins, localement bien classés sont constitués de débris de spilite (verdâtre) et de kératophyres (rouge foncé) avec très peu de ciment. Les brèches ont une composition beaucoup plus variable. Elles comprennent généralement plus de galets et débris de spilites que d'éléments de kératophyres et de roches sédimentaires ; le ciment souvent peu important est ferrugineux et chloriteux.

Les brèches spilitiques et les *schalsteins* apparaissent liés à des explosions volcaniques, vraisemblablement sous-marines. Les projections, de nature essentiellement spilitique, se sont accumulées sur place (brèches spilitiques) ou ont été remaniées et mêlées à des débris de kératophyres et de roches sédimentaires dans une sédimentation volcano-sédimentaire (*schalsteins*).

$D\Sigma^{\beta}$. **Diabases porphyriques.** Ces roches n'apparaissent qu'en gisements localisés et de faible extension. Elles ont été reconnues au Schwarzenberg, 2 km à l'W.NW de Grendelbruch. Les diabases porphyriques contiennent des phénocristaux d'andésine altérée, en lattes trapues, bordés d'un liseré d'albite limpide et des phénocristaux de forme rhomboïdale de hornblende verte automorphe altérée en pennine, calcite, épidote et amas micacés. Le fond comprend essentiellement des plagioclases à extinction roulante et contours flous auxquels sont associés des aiguilles de hornblende.

$K^3\Sigma^{\beta}$. **Spilites et diabases microlitiques spilitiques.** Les diabases microlitiques couvrent des surfaces relativement importantes à l'Est et au Sud de Schirmeck. Les spilites sans structure pyroclastique nette leur ont été associées sous la même notation.

Les diabases microlitiques sont des roches gris-verdâtre, très finement grenues, à texture microlitique intersertale sans phénocristaux. Le type le plus banal est une diabase à actinote, mais des diabases à pyroxènes ouralitisés et des diabases à minéraux de basse température (épidote, pennine, calcite, quartz) peuvent lui être associées.

Les spilites, vacuolaires, affleurent 600 m à l'W.NW de Rothau (la Claquette). Elles sont formées de larges éléments moulés les uns sur les autres. Ces éléments ont une texture vésiculeuse à nombreuses vacuoles de toutes tailles, souvent coalescentes, remplies de quartz, calcite et épidote. Les trabécules contiennent de fins microlites d'albite, très allongés, bifides et souvent mal terminés pris dans une pâte ferrugineuse.

aK^3 . **Kératophyres aphanitiques.** Ces roches constituent les formations les plus étendues du massif de Schirmeck et sont particulièrement bien représentées au Sud-

Ouest de Schirmeck. Les affleurements de référence se situent au Nid-des-Oiseaux, 2,5 km environ au Sud-Ouest de Rothau (feuille Cirey-sur-Vezouze). Ce sont des roches dures, rougeâtres, absolument aphanitiques, à cassure plus ou moins esquilleuse. Des phénocristaux d'orthose albitisée, un peu plus gris que les microlites, sont très dispersés dans un fond de microlites d'albite mal individualisés et à disposition souvent fluidale (type trachytique), de microlites d'orthose, de grains de quartz et granules de minéraux opaques. Les kératephyres aphanitiques sont dépourvus de silicates ferro-magnésiens et calciques.

La notation K^3 désigne généralement les spilites, albitophyes basiques. Les kératephyres aphanitiques de la feuille Molsheim sont des ortho-kératephyres et auraient dû être notés ${}_aK^1$

${}_pK^1$. **Quartz - kératephyres porphyriques.** Ces roches affleurent largement au Nord-Ouest de Schirmeck. Ce sont des roches dures, à fond verdâtre sombre, où nagent de petites lattes de feldspath rose, des globules de quartz automorphes et des mouches de chlorite. Au microscope, les phénocristaux sont formés d'orthose albitisée, d'albite fraîche, de quartz automorphe et corrodé et d'amas chloriteux pseudomorphosant d'anciens minéraux aux formes trapues. Le fond de la roche est formé de microlites d'orthose et d'albite dans une trame de quartz spongieux, de chlorite « alvéolaire » (alvéoles de dévitrification) et de granules de minéraux opaques et d'apatite. La texture est microlitique, non fluidale (type rhyolitique). Le groupe des kératephyres quartziques est très homogène. Les silicates ferro-magnésiens n'y sont représentés que par des amas chloriteux, fantômes probables de micas. Le fond de ces roches devait être vitreux à l'origine. Une silicification tardive les a affectées (bordures de recristallisation, nourrissage des cristaux de quartz).

Formations sédimentaires d'âge dévono-dinantien.

Ces formations affleurent dans une vaste structure synforme, le synclinal de Wisches, très faillé dans le détail, dont l'axe, orienté N70°E, s'ennoie progressivement vers le Nord-Est.

L'essentiel des descriptions ci-dessous est extrait de notes publiées et de documents inédits de J.-G. Blanalt et F. Lillié.

Les terrains d'âge givétien affleurent à la périphérie du synclinal de Wisches.

Ils sont bien représentés sur la rive droite de la Bruche entre Barembach et Muhlbach et sur la rive gauche, au Nord de Schirmeck. Quatre unités y ont été distinguées ; la plus ancienne apparaît au Sud, à proximité du massif granitique du Champ-du-Feu.

d4a. **Grauwackes (métamorphisées).** Le terme inférieur du Givétien représenté affleure au bois de Russ. Il est constitué de grauwacke grenue et contient de rares lentilles de calcaire bréchiq ue zoogène métamorphisées au contact du granite de Fouday—Grendelbruch. ;

d4b. **Schistes gris et roses (souvent métamorphisés).** Ces schistes affleurent le long d'une bande SW—NE entre le vallon de Barembach et le vallon de Russ, ainsi qu'au Sud de Rothau. Ils forment une série monotone, métamorphisée à proximité du granite de Fouday—Grendelbruch (cornéennes, schistes tachetés). Ils contiennent des débris végétaux mal conservés. Au Sud de Barembach, Firtion (1945 et 1957) y a récolté *Asteroxylon hostimensis*.

d4c. **Grauwacke conglomératique, Conglomérat de Russ (parfois métamorphisé).** Ces conglomérats forment une bande SW—NE de Barembach à Russ et affleurent au Nord de Schirmeck, dans le bois de Schirmeck, et au Sud de Rothau. De nombreuses lentilles de calcaire récifal de 1 à 200 m de longueur se trouvent interstratifiées, sans ordre apparent, dans ces conglomérats.

Le conglomérat de Russ repose apparemment en concordance sur les schistes d_{4b} ; le contact schiste-conglomérat a été observé à l'extrémité nord de la carrière de Russ. Au Sud-Ouest et au Nord-Ouest, ces conglomérats sont en contact avec différents termes du complexe volcanique de Schirmeck. Faute d'affleurements, la nature de ces contacts n'a pu être précisée.

Le conglomérat de Russ a fait l'objet d'une étude sédimentologique détaillée inédite de J.-G. Blanalt (1969), très résumée ci-dessous.

Fréquence relative des types pétrographiques des galets du conglomérat d_{4c} :

$$\begin{aligned} \text{Russ, Sèche Côte} \quad x &= 964,6 \\ y &= 100,0 \end{aligned}$$

J.-G. Blanalt (1969)

Détermination macroscopique des structures en %		Détermination microscopique en %			
Galets grenus	54	roches plutoniques	Granites	14,9	50,2
			Syénites	2,3	
			Granodiorites	22,8	
			Diorites	8,8	
		roches filoniennes	Aplites	1,4	
Galets microgrenus	11,4	roches filoniennes	Microgranites	4,6	14,4
			Microdiorites	9,8	
Galets microlitiques clairs	16,3	roches filoniennes	Granophyres	1,4	16,8
		roches volcaniques	Kératophyres	15,4	
Galets microlitiques sombres	17,4	roches volcaniques	Diabases	3,7	17,2
			Laves microlitiques	13,5	
Galets sédimentaires	1,4	roches sédimentaires	Arkoses + cornéennes	1,4	1,4

Constitué, pour l'essentiel, de galets de roches cristallines, filoniennes et volcaniques (95 à 99 % des galets), le conglomérat de Russ a une épaisseur évaluée entre 200 et 250 mètres. Le mode de la fraction rudite (graviers et galets) est compris entre 30 mm et 40 mm. Dans l'ensemble, une légère réduction de la taille des galets s'observe du Sud-Ouest au Nord-Est. Les valeurs des indices d'éroussé, d'aplatissement et de dissymétrie montrent que le conglomérat de Russ comprend un mélange de galets à façonnement fluviatile et de galets à façonnement marin.

Le ciment du conglomérat de Russ est constitué d'éléments détritiques grossiers (ciment grés-arkosique). Il comprend, pour l'essentiel, des grains de quartz (80 %) arrondis et souvent recristallisés, des débris de plagioclase cassés, plus ou moins roulés et altérés en séricite, de rares et petits éléments de microcline, de l'épidote détritique et de la calcite microcristalline ou recristallisée (restes de fossiles). En outre, ce ciment

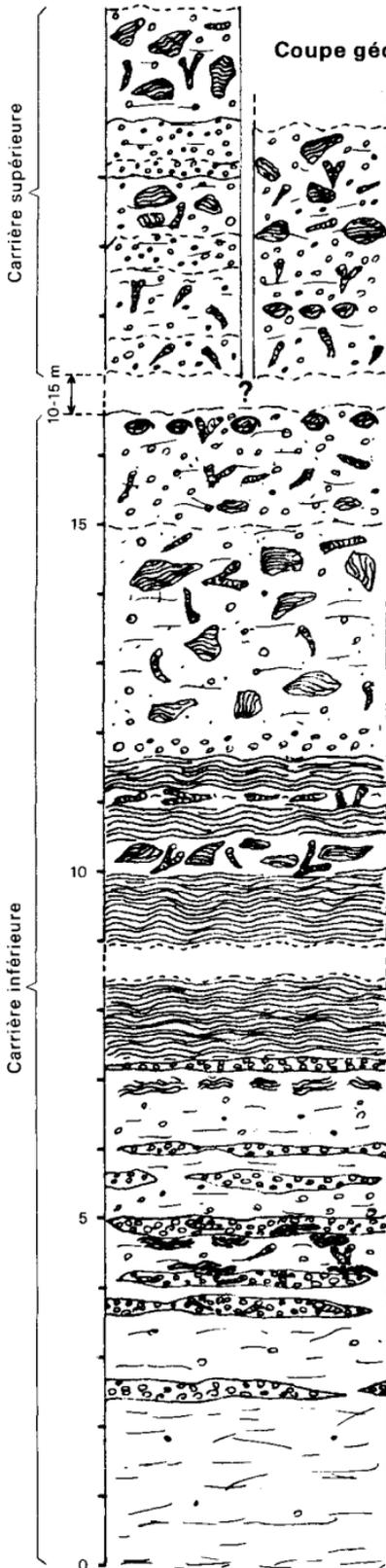


Fig. 1
Coupe géologique de la lentille du calcaire de RUSS
(Givétien)

Cordonnées approximatives :

x = 963,65

y = 99,00

Légende

-  Passées argileuses
-  Tiges et articles de Crinoïdes
-  Tétracoralliaires
-  Stromatopores
-  Brachiopodes

contient, en proportion variable des éléments de roches et tufs volcaniques, témoins d'un volcanisme aérien explosif, contemporains du dépôt et des éléments calcaires provenant de la destruction de récifs.

Faute de coupes, la structure d'ensemble du conglomérat apparaît mal. Dans les rares affleurements s'observe une alternance de lits à galets grossiers et de niveaux à granulométrie plus fine.

Les lentilles de calcaire d'origine récifale, interstratifiées dans divers niveaux du conglomérat, épaisses de 0,50 à 40 m présentent trois principaux faciès :

- des calcaires azoïques microcristallins (micrite) ;
- des calcaires construits à Stromatopores ou Tabulés, en position de vie ;
- des calcaires bréchiques, à éléments de récifs remaniés (bio-micrudites), faciès le plus répandu.

Ces trois faciès sont associés et superposés dans le célèbre site du calcaire de Russ, récif mixte, dans la zonation verticale est indiquée dans la fig. 1. Le Tétracoralliaire *Calceola sandalina* mut. *alta* et le Brachiopode *Stringocephalus burtini* datent ces lentilles calcaires du Givétien.

J.-G. Blanalt (1969) interprète le conglomérat de Russ comme une formation détritique déposée le long d'un rivage en cours d'évolution, remaniant des matériaux fluviaux. Ces matériaux, comprenant des galets de roches plutoniques à dominance de granodiorites et de roches volcaniques de la série spilite-kératophyre proviendraient d'un socle ancien tel que celui mis en évidence récemment au sein des schistes de Villé. Les caractéristiques pétrographiques du conglomérat et les conditions écologiques nécessaires au développement de tels récifs laissent présumer un climat chaud et semi-aride au Givétien.

Après la diagénèse, le conglomérat de Russ a été affecté par la tectonique hercynienne et a subi, lors de cette orogénèse en plus du métamorphisme thermique qui a affecté sa partie méridionale, un début de métamorphisme général, caractérisé par des minéraux néoformés. En effet on observe la présence constante de chlorite et irrégulière d'épidote et d'albite.

d4d. **Schistes gréseux gris et grauwackes ; rares conglomérats.** Cette série affleure à Russ et au Nord de Schirmeck. Des lentilles de calcaire récifal à Stromatopores, Tabulés et Cyathophyllidés sont intercalés dans les schistes (Schirmeck, rotonde des locomotives et gisements dit de la place Clémenceau) ou les conglomérats. Ces derniers sont bien développés dans la coupe de la tranchée du chemin de fer (coordonnées approximatives : $x = 961,650$; $y = 99,200$).

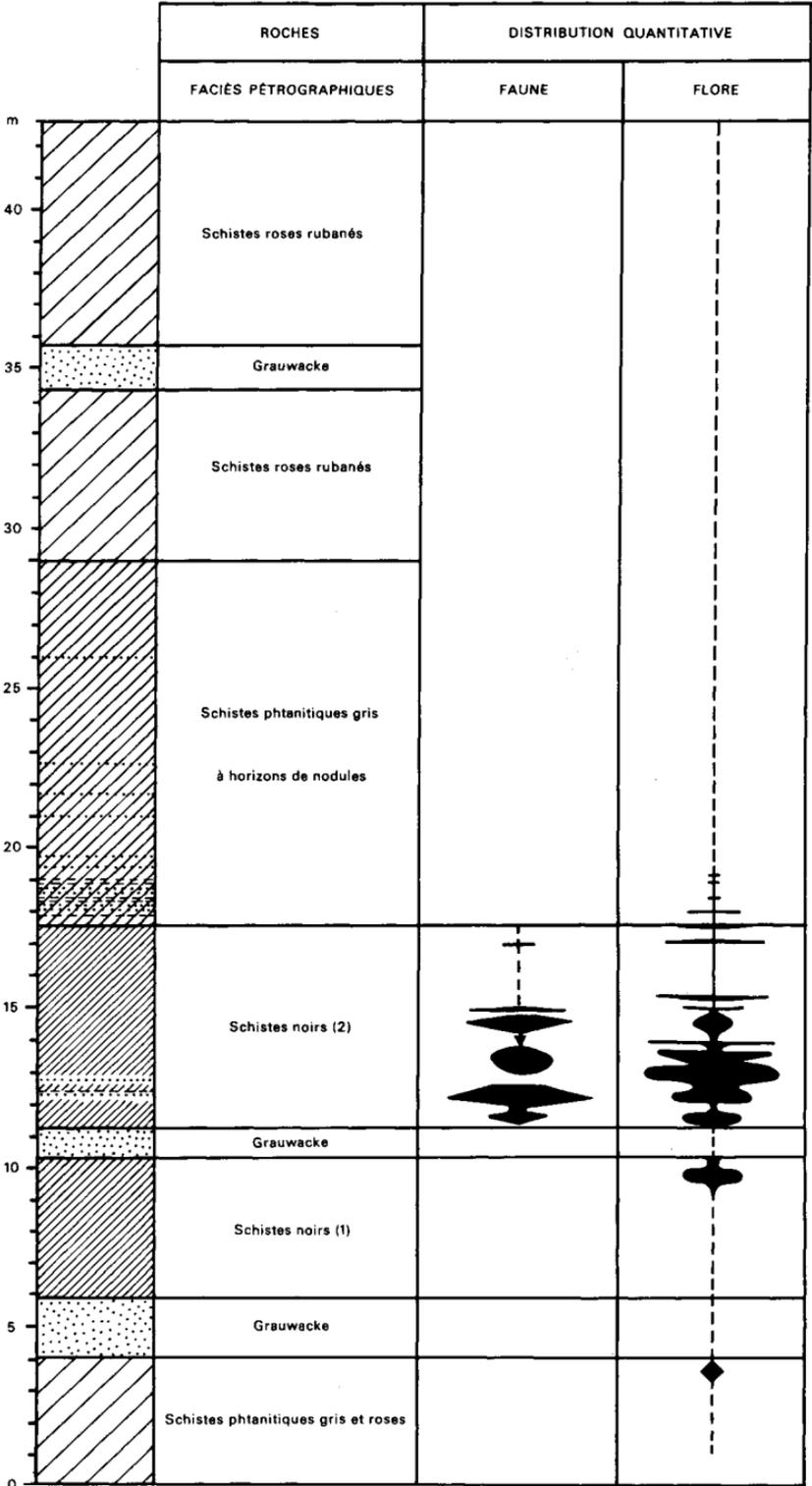
d5. **Frasnien.** A cet étage correspondent plusieurs séries, approximativement superposées.

La série inférieure (série de la carrière Wenger et Petit) : schistes phanérotiques noirs à Goniatites et Plantes et schistes phanérotiques gris à nodules.

Les schistes phanérotiques noirs affleurent dans la partie occidentale de la carrière Wenger et Petit (fig. 2) (coordonnées Lambert : $x = 962,00$; $y = 99,50$).

L'horizon des schistes noirs supérieurs est très fossilifère ; faune et flore ont été inventoriées par K. Figge (1968) et J.-G. Blanalt et J. Doubinger (1973) : Goniatites (*Crickites sahlgrundensis*), Nautiloïdes orthocônes, Bilvalves, Hyolithides, Echinodermes, Conodontes, ainsi que des Plantes terrestres et marines.

Le faciès schisteux pyriteux d'Hersbach, faciès classique du Dévonien supérieur, correspond à un milieu littoral vaseux à algueriales peuplé d'une riche faune évoquée précédemment. Ce milieu recevait périodiquement des sédiments, d'origine continentale, fins (boues et vases) et grossiers (sables → grauwackes) avec des débris végétaux flottés (Blanalt et Doubinger, 1973).



**Fig. 2 — Coupe géologique sommaire de la partie ouest de la carrière Wenger et Petit ;
localisation des zones fossilifères (J.-G. Blanalt et J. Doubinger, 1973)**

La partie supérieure de la coupe comprend des schistes phtanitiques gris, à nodules siliceux et calcaires, des schistes gréseux roses et des grauweekes à plantes. L'ensemble de la série a une épaisseur supérieure à 60 mètres.

Série de la carrière Douvier ($x = 962,25$; $y = 99,75$) : grauweekes claires, phtanites rouges et vertes, schistes phtanitiques variés.

Cette série est bien représentée au Nord-Ouest d'Hersbach et au Sud-Est de Muhlbach. Son épaisseur est évaluée à 600 mètres. Dans la carrière Douvier, les grauweekes prédominent et les intercalations de schistes phtanitiques sont plus nombreuses dans la partie inférieure de la série. Les grauweekes sont constituées essentiellement de grains de quartz anguleux, parfois roulés, avec une faible proportion de grains de plagioclases. Le ciment est constitué de fins éléments de quartz et de plagioclase. Localement, ces grauweekes contiennent des galets de quartz arrondis, centimétriques, suffisamment nombreux pour que la roche devienne un véritable poudingue. La série de la carrière Douvier a fourni peu de fossiles ; les grauweekes ne contiennent que de rares débris de Crinoïdes et de Plantes flottées. Vers le sommet de la série, les passées de schistes rouges deviennent prédominantes et on passe insensiblement à la série schisteuse de la Petite Wisches.

Série schisteuse de la Petite Wisches : schistes rouges, phtanites rouges, noires ou vertes et grauweekes fines à plantes.

Au Nord du synclinal de Wisches, à proximité de la maison forestière de la Petite Wisches, des schistes phtanitiques roses à l'altération reposent sur des arkoses semblables à celles de la carrière Douvier et affleurent largement. Ces schistes renferment des lits ou des lentilles de phtanites vertes à cassure tranchante et alternent avec quelques bancs d'arkose rougeâtre interstratifiée. Au sommet de cette série, épaisse de 100 m environ, les schistes rouges passent à des schistes verts, analogues à ceux de la carrière Douvier.

d-h. **Dévonien supérieur à Viséen inférieur.** Quatre formations ont été réunies sous cette notation :

— à la base, la brèche polygénique de J. de Lapparent, qui repose, soit sur les arkoses de la carrière Douvier, soit sur les schistes de la Petite Wisches, associée à une formation de grauweeke à lits de schistes verts phtanitiques ;

— des psammites, grauweekes fines et schistes ;

— un conglomérat à éléments de roches éruptives, local ;

— des schistes et des arkoses.

d-hs. **Brèche polygénique de J. de Lapparent.** Cette brèche apparaît associée à une formation de grauweekes intercalée de quelques couches de schistes verts phtanitiques. Dans plusieurs coupes, deux niveaux de brèche sont interstratifiés dans ces grauweekes. La brèche polygénique affleure au Nord-Ouest d'Hersbach et dans le vallon du Netzenbach. J. de Lapparent (1919-1920) a étudié sa pétrographie. Les éléments, principalement des débris de phtanites vertes, sont anguleux et orientés : localement s'y ajoutent des galets de roches cristallines et volcaniques. La dimension moyenne des éléments est de l'ordre de quelques centimètres. Les éléments de longueur égale et supérieure à 20 cm sont rares et la brèche a souvent l'aspect d'une grauweeke très grossière. Localement des débris de fossiles récifaux ont été observés. Le ciment est généralement constitué de grauweeke ; il est exceptionnellement calcaire, au Nord-Ouest de la maison forestière de la Petite Wisches.

L'épaisseur de cette formation est difficile à évaluer en raison de la tectonique, mais elle doit probablement être supérieure à 100 mètres.

L'origine de la brèche polygénique de J. de Lapparent semble liée à l'accumulation de débris clastiques locaux (phtanites) et de galets d'origine plus lointaine (roches cristallines et volcaniques) en milieu marin. Remarquant la proximité de cette brèche et de failles, J.-G. Blanalt et F. Lilliié (1970) envisagent le jeu de failles syn-sédimentaires,

affectant les formations du Frasnien supérieur au cours de leur dépôt et donc une origine en partie tectonique de la brèche d-h.

La formation bréchique est recouverte par une cinquantaine de mètres de psammites, arkoses fines et schistes rouges dont l'agencement n'a pu être défini, faute d'affleurements.

500 m au Sud de la maison forestière de la Petite Wisches et au Kleinenberg, l'assise à psammites est recouverte par un conglomérat. Cette formation, épaisse de 50 à 150 m, comprend des éléments de roches éruptives, de forme tétraédrique et à arêtes émoussées, souvent de grande dimension. Des débris anguleux non roulés leur sont localement associés. Le mode des indices d'émoussé, compris entre 350 et 400, montre que ces galets ont été façonnés en milieu marin. Ce conglomérat diffère du conglomérat givétien de Russ par la morphologie et l'orientation de ses éléments. Il contient également des lentilles de calcaire récifal, longues de 1 m et épaisses de 0,20 m environ, à organismes nettement différents de ceux des calcaires de Russ. Ces lentilles, de même orientation que les galets du conglomérat, sont probablement remaniées. En outre, ce conglomérat contient des galets calcaires, en proportion variable.

L'ensemble d-h se termine par des schistes, phtanites et arkoses. Ces faciès se succèdent très probablement en alternance irrégulière et forment une série épaisse de 50 à 100 mètres. Les schistes ont une couleur rouge, les phtanites des teintes variées, rouges, noires ou vertes, blanches à l'altération. Les arkoses, fines, se débitent en cubes de petites dimensions.

Au sommet, les schistes prennent des teintes noirâtres qui annoncent le faciès suivant (série de la Bergerie).

Houiller

Les formations rapportées au Viséen inférieur (h2) affleurent au cœur du synclinal de Wisches et au Sud de la Bruche, entre le hameau de Schwarzbach et la maison forestière de Hirschbaechel.

h2a. Grauwackes grises et schistes phtanitiques rubanés. Cette formation affleure dans le vallon du Netzenbach aux carrières dites de la Bergerie (coordonnées approximatives : x = 962,75 ; y = 102,50). C'est une épaisse série*, formée par une alternance de grauwackes et de schistes gris. Les grauwackes, de couleur grise, vertes à l'altération, contiennent des particules de roches volcaniques et des cristaux de calcite (micrite et calcite recristallisée). Les parties riches en calcite ont été fréquemment dissoutes et la roche est percée de poches de dissolution. Par places, le grain de ces roches est grossier et même bréchique. Des éléments anguleux de schistes phtanitiques gris ont été observés dans ces passées grossières. Au toit de plusieurs bancs de grauwacke, s'observent des empreintes de Plantes flottées. Ces traces végétales ont la même orientation que celle des galets du conglomérat d-h (N 100°E).

Les schistes sont phtanitiques, rubanés, gris et blancs. Les schistes blancs sont plus riches en éléments détritiques que les schistes gris. Le *graded bedding* observé dans ces schistes montre que cette série est en position normale. En outre, ils présentent de nombreuses figures « pseudo-tectoniques » dues à des phénomènes de compression syn-sédimentaire. Ces schistes phtanitiques contiennent des Radiolaires, des Eponges (de Lapparent, 1919) et des Lamellibranches du genre *Posidonomya* (*Posidonomya becheri*)

* Epaisseur difficile à évaluer à cause du morcellement tectonique et de l'incompétence des schistes : probablement plusieurs centaines de mètres.

qui ont permis à G. Dubois (1946 et 1955) de rattacher cette formation au Viséen inférieur.

h2b. Schistes verts, gris et noirs, à rares niveaux conglomératiques ; schistes gris et roses. Au-dessus de la formation des carrières de la Bergerie reposent des schistes verts, rubanés, argileux ou arkosiques contenant de rares intercalations d'arkoses. Ces schistes présentent souvent une schistosité oblique par rapport à la stratification qui a été souvent effacée par la tectonique. Les schistes verts affleurent largement à l'Ouest de Wisches (Nord du cimetière militaire, Basse du Rond-Pré). Leur épaisseur est environ 140 mètres.

Cette formation est recouverte par des schistes gris sombre et noirs, à rares niveaux conglomératiques. Ces schistes sont bien représentés à Lutzelhouse (mont Hinberg) et à Oberhaslach (Stiftswald). Des passées charbonneuses à rares empreintes végétales ont fourni *Sphenopteris dissectum* (G. Dubois, 1946).

Enfin, au Sud de la vallée de la Bruche, à Schwartzbach, des schistes gris et roses à Plantes ont fourni *Cardiopteris frondosa* et *Adiantites machanecki* (Corsin et al., 1960).

Rattachées en première approximation au Viséen inférieur, les formations schisteuses de la « fenêtre du Nideck » et du massif du Hahnenberg (Sud-Est de Muhlbach-sur-Bruche) ne sont pas datées avec précision.

Permien. Formations du Nideck

Cet ensemble de tufs, grès, conglomérats, formations rhyolitiques et ignimbritiques, épais de 200 à 300 m, a été étudié par S. Mihara (1935). Les éléments essentiels de ce chapitre sont empruntés à cet ouvrage. H. Saucier, G. Millot et R. Jost (1959) ont reconnu des caractères ignimbritiques* dans les « coulées » rhyolitiques du Nideck. Récemment, les travaux de J. Hollinger (1970-1975) ont donné une nouvelle interprétation sur la position des formations du Nideck dans l'échelle stratigraphique régionale. Le bassin permien du Nideck s'est probablement individualisé au début du Saxonien (couches de Meisenbuckel). Il se caractérise par le grand développement des formations volcaniques. Au Thuringien, il fusionne avec le bassin de Saint-Dié. Vers le Nord, en liaison avec l'ensellement général des couches en direction du col de Saverne, les formations du Nideck s'enfoncent sous l'épaisse couverture des Grès vosgiens. La limite nord des formations volcaniques du Nideck est inconnue. Les formations permienues des Vosges du Nord ont plus ou moins été affectées par une tectonique cassante « tardi-hercynienne ».

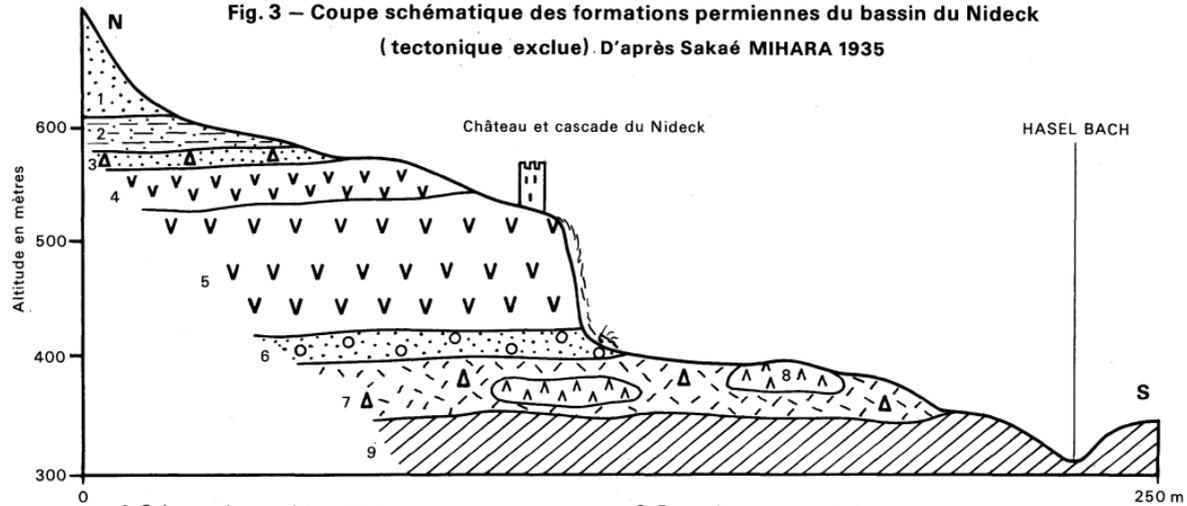
r2a. Tufs hyper-acides et ignimbrites intercalées dans des brèches pyroclastiques (couches de Meisenbuckel ; Saxonien inférieur probable). Synonymie : **Formation inférieure** (S. Mihara, 1935). Cette formation, épaisse de 50 à 100 m est uniquement constituée de matériaux volcaniques. Sa base est formée par une brèche d'explosion à éléments de « rhyolite » du type Efermatten** (faciès sub-volcanique de bordure du granite du Kagenfels γ^1). Cette brèche est recouverte par plusieurs couches de tufs et brèches en lits plus ou moins horizontaux dans lesquels sont interstratifiés quelques « coulées » de laves très siliceuses. S. Mihara (1935) y a observé une évolution d'un type hyper-siliceux (« type A ») à la base, à un type un peu moins siliceux (« type B ») au sommet. La « rhyolite » de type A (analyse chimique tableau III), de couleur claire, blanc-gris à rose pâle, à nombreuses enclaves a été interprétée par H. Saucier et al. (1959) comme un tuf pyroclastique déposé à température relativement basse. Analyse modale calculée du type A :

— quartz : 53,6 %

* Ignimbrite : dépôt pyroclastique acide, fin, de haute température (sup. à 700°) avec structures vitroclastiques et écharde vitreuses, lié à des éruptions de type « nuée ardente » à fines gouttelettes de lame vitreuse.

** Cette roche, intrusive dans les schistes viséens au fond du vallon du Nideck, se retrouve en inclusion dans la plupart des roches volcaniques permienues du bassin du Nideck.

**Fig. 3 – Coupe schématique des formations permienes du bassin du Nideck
(tectonique exclue) . D'après Sakaé MIHARA 1935**



1. Grès vosgien supérieur (t1b)
2. Grès arkosique argileux (Trias inférieur t1a)
3. Grès feldspathique à débris de rhyolite (r3)
4. "Coulée" supérieure (p r 2-3b)
5. "Coulée" principale (p r 2-3a)

6. Formation moyenne (grès et conglomérats r2b)
7. Formation inférieure : tufs et brèches
8. Formation inférieure : "rhyolite super-acide" } (r2a)
9. Formation schisteuse dinantienne (h2b)

- feldspaths : 37,6 %
- pyroxène : 8,2 %

La « rhyolite » de type B (carrière de Luttenbach ; analyse chimique, tableau III) est une roche grise à rose violacé tachetée d'enclaves grises ou blanches. La plupart de ces enclaves sont allongées dans le plan horizontal. La structure est porphyrique à phénocristaux de quartz et de feldspaths corrodés et altérés. Les enclaves « homogènes » de S. Mihara (1935), aplaties, sont interprétées comme des fragments de verre volcanique déposés à l'état incandescent puis recristallisés (faciès paléovolcanique) par H. Saucier et *al.* (1959). Ces auteurs notent l'existence de structures vitroclastiques dans la pâte ainsi que la présence d'échardes de verre plus ou moins recristallisées, caractères spécifiques des ignimbrites. Composition modale calculée du type B :

- quartz : 52,6 %
- feldspath : 41,6 %
- pyroxène : 4,6 %
- magnétite : 1,4 %

La partie supérieure de la formation est constituée de tufs volcaniques assez fins, riches en débris de quartz et de « rhyolite » type B - (Analyse chimique d'un tuf prélevé dans la partie supérieure de la carrière de Luttenbach : tableau III).

r2b. **Grès feldspathiques, conglomérats et brèches (couches de Frapelle ; Saxonien supérieur probable).** Synonymie : **Formation moyenne** (S. Mihara, 1935). Cette formation, épaisse de 30 m environ dans le vallon du Nideck est bien développée au Nord de Lutzelhouse et au Nord-Ouest d'Urmatt avec une épaisseur de l'ordre de 60 mètres. Elle comprend des conglomérats à éléments de rhyolite acide (SiO_2 : 77 %, K_2O : 7,5 %) et ciment arkosique, des conglomérats à éléments plus ou moins anguleux de roches dévono-dinantiennes et à ciment gréseux ou tufacé et des grès grossiers, de teinte rouge un peu violacée à grains d'arkoses, de rhyolites, de quartzites, de granites et de phanite et à ciment argilo-ferrugineux.

pr2-3a. **Ignimbrite rhyolitique du Nideck : « coulée » principale (Thuringien inférieur probable).** C'est une masse rocheuse importante, épaisse de 100 m environ, qui affleure en larges escarpements rocheux sub-verticaux, présentant fréquemment un débit en colonnes. L'un d'eux est à l'origine de la cascade du Nideck. La roche entaillée par la cascade est sombre, rouge violacé, tachetée de phénocristaux blancs de feldspath et ornée de lentilles ondulées et aplaties. La structure est porphyrique ; parmi les phénocristaux très altérés, de l'anorthose et de l'andésine ont été observés. Les minéraux ferro-magnésiens petits et très nombreux sont des biotites et des minéraux octogonaux altérés en serpentine, talc et oxydes de fer (anciens pyroxènes probables). Au microscope, les lentilles aplaties sont difficiles à distinguer de la pâte. Dans certains échantillons H. Saucier et *al.* (1959) y ont observé des structures vitroclastiques, des échardes de verre et une montmorillonite déshydratée probable ; ces auteurs interprètent la coulée principale comme une formation ignimbritique. La pâte uniforme, très fine et microcristalline des autres échantillons aurait recristallisé par dévitrification. Analyse chimique d'un échantillon de la « coulée » principale : tableau III ; analyse modale calculée :

- quartz : 29,8 %
- feldspath : 43,15 %
- pyroxène : 6 %
- oxyde de fer : 4,10 %
- corindon : 5,30 %

pr2-3b. **Ignimbrites rhyolitiques du Nideck : « coulée » supérieure (Thuringien inférieur probable).** Epaisse de 30 à 40 m, cette formation n'existe que dans la partie orientale du bassin du Nideck. Elle est formée par une roche assez compacte gris violacé

présentant souvent une stratification fine avec alternance de passées grises et violettes. La structure est porphyrique à phénocristaux de feldspaths altérés. Les minéraux ferromagnésiens, petits et très abondants, sont presque tous altérés en oxydes de fer ; accessoirement, on observe du quartz corrodé ; la pâte est « grenue » ou microgrenue très fine. H. Saucier et *al.* (1959) se fondent sur le caractère stratifié du dépôt pour interpréter la « coulée » supérieure comme une formation ignimbritique. La pâte vitreuse aurait entièrement cristallisé (faciès paléovolcanique). Analyse chimique d'un échantillon de la coulée supérieure : tableau III ; analyse modale calculée :

- quartz : 33,2 %
- feldspath : 58,35 %
- pyroxène : 2,15 %
- oxydes de fer : 4,10 %

r3. **Grès et grès feldspathique (couches de Saint-Dié), Grès feldspathiques, schistes argileux (couches de Champenay) (Thuringien).** Épaisses au total de 30 m environ, ces formations ont une extension encore plus réduite que la « coulée » supérieure. A la base de cet ensemble, S. Mihara (1935) note l'existence de brèches volcaniques de puissance et d'extension réduites, de « petites coulées » et tufs volcaniques, plus acides que la coulée supérieure (analyse chimique, tableau III) et de grès à éléments rhyolitiques. Les grès feldspathiques, à éléments plus ou moins émoussés, et les « schistes argileux » (lutites) ont une teinte rouge et un ciment argilo-ferrugineux. La stratigraphie fine de cet ensemble n'est pas connue.

SECONDAIRE

Trias

t1a. **Grès vosgien inférieur : Grès arkosiques et grès tigrés (Couches de Senones).** Elles se distinguent des couches de Saint-Dié sous-jacentes par un meilleur classement et une stratification plus régulière, l'absence de cornaline et de dolomie. A la base se développe un grès grossier rose grisâtre à gris violacé, contenant des dragées de quartz à bords émoussés, pouvant être plus ou moins silicifié. Nombreuses taches noires d'oxydes de Fe et de Mn, restes d'anciens carbonates. Plus haut, se développe un grès de teinte foncée, brun-rouge, décoloré par places, à grain moyen, riche en argile et présentant, par endroits, des taches noirâtres. Cette formation n'est représentée sur la carte que dans la région du Nideck où son épaisseur atteint 40 à 50 mètres. Elle passe à 80-90 m à l'Ouest du territoire de la feuille et à plus de 100 m, en limite nord, dans le vallon de Wangenbourg.

t1b, t1b1, t1b2. **Grès vosgien supérieur.** Le Grès vosgien, dit encore grès rose, se distingue des couches précédentes par sa teinte générale plus claire (rouge lie-de-vin, rouge-brique, gris ou jaunâtre) et l'absence d'argiles. Cette formation débute en général par un conglomérat mal consolidé ou des grès conglomératiques que l'on désigne sous le terme de Conglomérat inférieur et qui semble correspondre au conglomérat d'Eck de la Forêt-Noire. Localement, sous le mont Sainte-Odile, on y a observé des nodules de cornaline. Cette série de grès atteint 200 m au Kiehnberg, au Maennelstein, au mont Sainte-Odile et au Hohenbourgberg. Mais au Heidenkopf on en relève 250 mètres. Au Nord de la Bruche, l'ensemble affleure sur plus de 300 mètres.

Grès à grain moyen : la taille des grains de quartz varie de 0,3 à 0,5 mm, atteint rarement 2 millimètres. Grains de feldspaths kaolinisés. Grains cimentés par des oxydes de fer qui lui confèrent la couleur rose. Aspect miroitant dû à du quartz secondaire à facettes cristallines. Galets assez fréquents de quartz filonien blanc, quartzites bruns ou

gris, très rarement de roches cristallines. Nombreuses inclusions de galets d'argile rouge (ocre). Stratification entrecroisée souvent très apparente.

La présence de fréquentes pseudomorphoses de calcite dans la partie inférieure permet de distinguer un Grès vosgien supérieur basal (t_{1b1}) pouvant atteindre 200 m au Nord du territoire de la feuille et un Grès vosgien terminal (t_{1b2}) épais de 100 à 120 mètres. Mais cette distinction est peu nette et ne saurait être précisée à 10 m près. Notons qu'en général le Grès vosgien supérieur est de teinte plus claire que le Grès vosgien inférieur. Moins riche en galets et en argile, il est mieux consolidé et davantage exploité (Klingenthal).

A la limite des deux séries de grès apparaissent des bancs assez riches en galets formant souvent des rochers.

t2. **Grès bigarré.** t2a. **Conglomérat principal.** Le conglomérat le plus apparent dans le paysage est le Conglomérat principal (t2a) atteignant 20 m dans les rochers soutenant le couvent du mont Sainte-Odile et pour lequel G. Dubois a proposé le nom de Poudingue de Sainte-Odile.

Ce conglomérat joue un rôle morphologique essentiel dans le paysage vosgien. Bien consolidé par silicification secondaire, le poudingue forme une ligne de rochers apparaissant toujours avec netteté au sommet des collines allant du Maennelstein au mont Sainte-Odile, au Guirbaden et s'étalant au Nord de la Bruche du Narion au Grossbreitberg, supportant l'enceinte du Mur païen, le Ringelsberg et de nombreux châteaux médiévaux.

Notons que le conglomérat renferme des paillettes de mica, comme les séries suivantes. Les galets, pouvant atteindre la taille du poing, sont du quartz blanc filonien, des quartzites bruns, gris ou vert foncé, de structure grenue ou phylliteuse, des lydiennes. La teinte varie du brun-rouge au violacé.

t2b, t2c. **Couches intermédiaires et Grès à Voltzia.** Au-dessus du conglomérat principal existent souvent (kiosque du rocher de Gresswiller, chemin de la chapelle de Hermolsheim) des grès friables à teintes violacées renfermant des nodules de cornaline et de dolomies. Cet horizon, dit Zone-limite violette, représente une formation pédologique soulignant un temps d'arrêt de la sédimentation et considéré, pour cette raison, comme marquant la limite du Buntsandstein moyen et supérieur*.

Mais il faut noter que l'on connaît d'autres zones violettes à l'intérieur et au sommet des couches intermédiaires. Ces dernières doivent leur nom à leurs caractères formant passage entre le dépôt grossier du conglomérat principal et les grès fins, micacés, dits grès à *Voltzia*.

t2b. **Couches intermédiaires.** Grès rouge-brun à rouge violacé, micacés et un peu argileux, à grain variable, contenant vers la base de nombreux galets, surtout des quartz blancs sous forme de dragées, peu arrondis. La présence de nombreux nodules d'oxyde de manganèse leur donne un aspect tacheté ; à la suite du départ du remplissage leur aspect est caverneux. Epaisseur : 40 à 60 mètres.

t2c. **Grès à Voltzia.** Grès à teintes violacée et rouge dominantes, plus rarement de teinte claire, jaunâtre. Grain fin, micacé, permettant la sculpture. A la base, grès en masse compacte, sans joints de stratification, traversés par des délits marneux à tracé sinueux et ondulé, formant la haute masse, exploités comme grès à meules et comme moellons. Traces de malachite et de baryte.

Vers le haut, grès plus régulièrement stratifiés, dits grès argileux, en dalles ou en bancs minces, séparés par des bancs argileux et se terminant par des argiles gréseuses dites Argile-limite (*grenzletten*) ; ces dernières atteignent 2,70 m à Niederhaslach.

* Mais L. van Werveke (notice inédite de la feuille Molsheim à 1/25.000) note les nombreux caractères communs entre le conglomérat principal et les couches sous-jacentes et propose de ranger le conglomérat principal à la base du Buntsandstein supérieur.

L'ensemble du grès à *Voltzia* mesure 15 à 16 m, dont en général 7 m pour les grès à meules et 7 à 8 m pour les grès argileux.

Ces grès furent activement exploités en de nombreuses carrières aujourd'hui toutes abandonnées.

Une mention particulière doit être faite pour les carrières de Soultz-les-Bains, exploitées activement depuis le début du 15^e siècle, mais surtout après 1682, lorsque Vauban en tira les matériaux pour les fortifications de Strasbourg (carrière royale) et fit construire le canal de la Bruche pour en faciliter le transport.

Voltz recueillit dans ces carrières de nombreux restes de Plantes ; A. Brongniart (1828) en publia 20 espèces, Schimper et Mougeot (1844) en firent une monographie célèbre.

Un faciès particulier du grès à meules est le Grès à Plantes, souvent localisé vers la base, renfermant des restes de Plantes qui sont, par ordre de fréquence (Gall) : *Equisetites* sp., *Anomopteris mougeoti* Brongn., *Schizoneura heterophylla* Brongn., *Voltzia heterophylla* Brongn., *Yuclites vogesiacus* Schimp. et Mougeot, *Neuropteridium* sp., *Albertia* sp.

Par endroits, des exemplaires entiers d'*Anomopteris* ont pu être dégagés avec leurs rhizomes et leurs frondes ; leur lieu de croissance devait donc être très proche.

La faune des grès à Plantes, uniquement constituée par des fragments indéterminables d'ossements de Batraciens stégocéphales, souligne l'origine fluviale du grès à Plantes, formant des sortes de barres d'embouchure au milieu des grès à meules, représentant des dépôts deltaïques.

Les niveaux argileux du grès à meules ont fourni de nombreux restes de fossiles. En des gisements voisins, J.C. Gall a pu reconnaître :

— la paléobiocénose à Crustacés renfermant des Méduses, des Annelides, des Crustacés, des Limules, des pontes et des larves aquatiques d'Insectes et de Poissons, quelques Lamellibranches et Brachiopodes, ainsi que des éléments de faune et de flore terrestres ;

— la paléobiocénose à Lingules et Lamellibranches où dominent les Lingules et les Lamellibranches et renfermant aussi quelques Crustacés. Cette association est donc plus pauvre en éléments aquatiques que la précédente. Les restes végétaux y sont aussi peu abondants.

Les grès argileux sont les niveaux les plus riches en organismes marins. Les anciens auteurs en citent de Niederhaslach et de Soultz-les-Bains. Ces dernières carrières ont fourni, d'après J.C. Gall : *Lingula tenuissima* Bronn., *Myophoria vulgaris* (Schloth.), *Pleuromya elongata* (Schloth.), *Naticopsis gaillardoti* Lefr., *Loxonema obsoletum* (Zieten), *Undularia scalata* (Schloth.), divers Ostracodes et Echinodermes.

Ces organismes provenant des bancs carbonatés se sont déposés en milieu marin franc, dans le domaine littoral à eaux agitées, avec une phase terrigène importante provenant d'apports continentaux ou de la reprise des sédiments gréseux déjà déposés à proximité.

La plupart des organismes marins du grès à *Voltzia* se retrouvent dans les grès coquilliers du Muschelkalk inférieur.

t3. **Muschelkalk inférieur. Grès coquillier (40 m), Dolomie à *Myophoria orbicularis* (6-7 m).** Les grès coquilliers sont des grès calcaires ou dolomitiques de teinte générale claire, dans les tons jaune, jaune-brun et brun, plus rarement rouge-brun et rouge, à grain fin, micacé, en bancs généralement bien lités, d'épaisseur variant de 0,20 m à 1 m, alternant avec des lits argileux de teinte générale grise. Vers la base, existe un banc à sphéroïdes.

Naticopsis gaillardoti Lefr. abonde parfois à la base. Faune parfois riche en fossiles : Crinoïdes, Brachiopodes (*Lingula* sp., *Coenothyris vulgaris* Schl.) ; Lamellibranches : *Gervillia socialis* Schl., *G. funicularis* Schmidt, *Pecten discites* Schl., *P. alberti* Goldf., *P. laevigatus* Schl., *Myophoria vulgaris* Schl., *M. laevigatus* Schl., *Myacites impressus* Alb.,

M. alberti Voltz, *M. elongata* Schl. ; Gastéropodes : *Naticopsis gaillardoti* Lefr., *Loxonema obsoletum* Ziet., *L. detritum* Alb., *Undularia scalata* Schl. ; Vertébrés : *Mastodon plicatus* H. v.M., *Nothosaurus schimperi* H.v.M.

Les couches à *Myophoria orbicularis* sont des dolomies gréseuses, schisto-gréseuses ou compactes, de teinte jaune clair, micacées. *Myophoria orbicularis* Bronn. y est parfois fréquent.

Notons que dans cette région, le faciès gréseux envahit presque tout le Muschelkalk inférieur, alors que vers le Nord se développent des couches marno-calcaires faisant transition vers les marnes ondulées.

Les grès coquilliers couvrent de larges surfaces boisées au Nord-Ouest de Boersch, à l'Est de Mollkirch et au Nord-Est d'Oberhaslach, vers la limite nord de la feuille.

t4. Muschelkalk moyen.

t4a. *Marnes bariolées (couches rouges et couches grises)*. La partie inférieure qui correspond au groupe de l'anhydrite, épaisse de 19 à 20 m, est formée de marnes à teintes dominantes rouges vers le bas, à dominantes grises et gris-vert vers le haut. Dans ce dernier ensemble, se développent par endroits des bancs de gypse. Plaquettes gréseuses avec pseudomorphoses de sel. Marnes autrefois exploitées pour tuileries, rarement pour gypse.

t4b. *Dolomie à Lingules (couches blanches)*. Dolomie en plaquettes et cargneules, épaisses de 20 m, formées de marnes, jaune-ocre, gris clair, grises ou brun-rouge avec dolomies cellulaires à nodules calcédonieux et quartz.

Dans le cadre de la feuille voisine de Saverne, ont été signalés *Diplopora lotharingica* Ben. et la présence fréquente de *Lingula tenuissima* Bronn.

Ces couches, souvent couvertes de dépôts de versants, affleurent mal.

t5. Muschelkalk supérieur.

Cet ensemble marno-calcaire, épais de 50 à 60 m, exploité encore de nos jours dans le four à chaux de Dahlenheim et jusqu'en 1948 dans ceux d'Ottrott-le-Haut, affleure parfois largement entre ces deux localités, notamment au Nord de Boersch, au Nord-Ouest de Rosheim, au Nord de Rosenwiller, ainsi qu'entre Molsheim, Dangolsheim, Still, Niederhaslach et Oberhaslach.

t5a. *Calcaire à entroques*. A la base, le Calcaire à entroques (10-15 m) se présente en gros bancs pouvant atteindre 2 m de calcaires compacts, gris clair, parfois oolithiques, renfermant des nodules calcédonieux, des lits à structure stylolithique, à entroques parfois abondants (*Encrinus liliiformis* Lamk.). Présence de Brachiopodes, de Lamellibranches, de Gastéropodes, d'os de Sauriens et de restes de Crustacés (*Pemphix sueuri* Desm.).

t5b. *Couches à Cératites*. Le calcaire à Cératites (35 à 40 m) se distingue du complexe précédent par sa stratification en bancs minces alternant avec des lits marneux réguliers. Nombreuses traces d'organismes fouisseurs et figures de sédimentation témoignant d'un milieu marin agité peu profond. Lits corrodés, remaniés, parfois conglomératiques. Les fossiles de zone sont *Ceratites nodosus* Schl. vers le bas, *C. semipartitus* Montf. vers le haut. Nombreuses autres espèces de Cératites, ainsi que *Myophoria goldfussi* Alb., *Lima striata* Schl., *Gervillia socialis* Schl. (parfois très abondant), *Coenothyris vulgaris* Schl. Ce dernier fossile, très abondant dans la partie supérieure de la formation, permet de séparer les Couches à Térébratules (1,2 à 5 m).

A noter la présence de bancs glauconieux au Knitschel-Berg au Sud-Ouest de Dorlisheim, le long de la faille à silicifications et baryte associées (Daubrée, L. van Werveke).

A la suite des phénomènes de dissolution karstique dans la masse des calcaires, comme aussi du départ des évaporites dans les marnes bariolées sous-jacentes, la morphologie des surfaces couvertes de calcaires coquilliers présente de nombreuses

anomalies, des dolines, des effondrements locaux et un pendage général en bordure des reliefs avec glissements le long des pentes.

t6a. **Lettenkohle inférieure. Calcaire et dolomie à *Chemnitzia* et *Myophoria*. (Untere Dolomit u. Dolomitische Region des auteurs allemands).** Cette formation se distingue des calcaires à Cératites par la régression des lits marneux, de sorte que les dolomies compactes ou grenues, parfois cellulaires, se présentant en gros bancs épais de 1 m, présentent une allure massive (10 m). Calcaires dolomitiques bleu foncé, jaune par altération. Dans la moitié supérieure existe souvent un banc de calcaire glauconieux. Nodules de calcédoine. Vers le bas existe un banc de calcaire dolomitique épais de 1 m s'altérant, à fragmentation polyédrique. A la base, calcaire marneux à ossements de Sauriens. Dents d'*Acrodus lateralis* Ag., *Lingula tenuissima* Bronn, *Myophoria goldfussi* Alb. et autres Lamellibranches déjà cités dans le calcaire à Cératites, *Chemnitzia hehli* Zieten, *Omphalotycha alta* Giebel.

t6b. **Lettenkohle moyenne et supérieure. Marnes bariolées et Dolomie-limite.** 5-6 m de marnes versicolores, bleuâtres ou jaunâtres, parfois brunes ou noirâtres avec intercalation de psammites micacées et de bancs dolomitiques. Vers le bas, dolomie sableuse à traces de Fucoides. Débris de végétaux et restes charbonneux. *Myophoria vulgaris* Schl., *M. goldfussi* Alb., *Anoplophora lettica* Quenst., *Gervillia costata* Schl., *Lingula tenuissima* Bronn, *Estheria minuta* Goldf.

0 à 1 m de dolomie à *Myophoria goldfussi* = *grendolomit*. Horizon discontinu mais signalé à Traenheim, Balbronn, Flexbourg, etc. Dolomie jaune clair, compacte, à cassure parallépipédique. Nombreux fossiles de *Myophoria goldfussi* Alb. ; en plus *Myophoria vulgaris* Schl., *M. elegans* Dunk., *Myoconcha thielani* Schl., *Trigonodus sandbergeri* Alb., *Gervillia costata* Schl., *Mytilus* sp., *Anomia* sp., *Placunopsis ostracina* Schl., *Protomerita* sp., *Chemnitzia* sp., *Lingula tenuissima* Bronn.

t7. **Keuper inférieur. Marnes irisées inférieures, Marnes à sel gemme et à gypse.** Complexe atteignant près de 100 m, et où l'on peut relever de bas en haut :

— 2 à 3 m de marnes dolomitiques avec nodules de dolomies cellulaires, dolomie jaune ou verte, sans pseudomorphoses de sel (environs de Traenheim et Flexbourg).

— 80 m de marnes à pseudomorphoses de sel, marnes grises et gris-vert, brunes, rouges, plus rarement violacées, avec plaquettes gréseuses minces, portant à la face inférieure des pseudomorphoses de sel. Rares intercalations de dolomie cellulaire et dolomie gréseuse. Intercalation de masses de gypse (environs de Flexbourg).

— 10-15 m de marnes bariolées à nodules de quartz. Marnes bariolées, grises, vertes, violacées ou rouges avec intercalations dolomitiques ou gréseuses, plaquettes de calcite et nodules de quartz corrodé formant des nids d'une masse blanche, pulvérulente. Intercalations locales de marnes calcaires et de gypse (Balbronn, Traenheim).

— 4 à 8 m de marnes dolomitiques gris-vert à *Estheria*. Marnes dolomitiques gréseuses à intercalations plus dures de marno-calcaires de teintes grise, gris-vert, rarement gris-noir, les teintes rouges ou violettes étant absentes. Par endroits, plaquettes de dolomie gréseuse, riche en *Estheria latitenta* Sandb., écailles de Poissons et restes de Plantes (environs de Flexbourg et de Balbronn).

t8. **Keuper moyen. Marnes irisées moyennes, Grès à Roseaux et Dolomie-moellon.** Grès à Roseaux : 1 à 5 m de grès micacé, à grain fin, friable, de teinte grise, gris-vert à jaune sale, rarement rouge-brun ou rouge. *Equisetites arenaceus* Jaeger, Prêles qui furent désignées comme « roseaux ». *Pterophyllum jaegeri* Brongn.

3 m de marnes irisées moyennes : marnes argileuses, dolomitiques ou calcaréodolomitiques, parfois gréseuses et micacées, de teintes foncées vertes, rouges à violettes, rarement grises. Par endroits (Balbronn) intercalation de grès calcaire épais de 0,65 à 1 mètre.

Dolomie-moellon : 0,50 à 4 m de marnes dolomitiques en plaquettes, de dolomies compactes et cellulaires (crapauds) de teinte jaune clair, parfois rose ou rougeâtre, à petites taches brunes ou noires d'oxyde de manganèse.

t9. **Keuper supérieur. Marnes irisées supérieures : marnes rouges à gypse et marnolites vertes et dolomitiques.**

t9a. **Marnes rouges à gypse.** 2 à 5 m de marnes dolomitiques et de marnes calcaires de teinte rouge-brique, contenant en d'autres régions du gypse ; il n'en a pas été relevé dans le cadre de cette feuille.

t9b. **Marnolites vertes et dolomitiques.** 25-40 m de marnolites et dolomies dures et compactes, gris-bleu ou blanches, alternant avec des marnes bariolées vertes, rouges, violacées ou bleuâtres. Certains bancs ont une structure bréchiue, d'autres livrent des fossiles : *Natica* sp., *Myophoriopsis keuperina* Quenst. (banc à Corbules).

Certains bancs durs de dolomie sont mis en relief par l'érosion.

La limite avec les grès infra-liasiques n'est pas toujours nette ; en certains points, des intercalations de grès et de calcaires oolithiques apparaissent à la partie supérieure des marnes irisées.

t10. **Rhétien. Grès et argile rouge.** Les grès rhétiens, qui sont encore bien développés sur le territoire de la feuille Saverne, semblent manquer dans le cadre des feuilles Molsheim et Sélestat. On y connaît des argiles rouges peu épaisses (2 à 5 m) dont les affleurements sont en général masqués par les éboulis des calcaires du Lias inférieur.

Lias

l1-3. **Hettangien à Sinémurien s.s. Schistes bitumineux à *Schlotheimia angulata*, marnes et calcaires à Gryphées** (10 m). A la base un banc calcaire, épais de 1 m, renferme *Psiloceras johnstoni* Sow. et *Cidaris psilonoti* Quenst. Il a été identifié près de Dahlenheim. Plus haut, affleurent des schistes bitumineux à *Schlotheimia angulata* Schl. que l'on a identifiés à Saint-Nabor et dans le sentier de l'Ehn ; ce sont des calcaires bitumineux foncés alternant avec des schistes bitumineux et des marnes fissiles.

Dans les carrières de Saint-Nabor, aujourd'hui recouvertes par un dépôt d'ordures, J. Schirardin (1923) a recueilli une faune renfermant des Gryphées, ainsi que *Schlotheimia angulata* Schl., *Taeniophycus liasicus* Schimper, *Cidaris psilonoti* Quenst., *Pseudomonotis papyracea* Murch.

Au-dessus affleurent 40 à 50 cm de calcaires et marnes à *Caloceras liasicum* d'Orb. et *Caloceras laqueolum* Schloenb.

Plus haut affleurent les calcaires à Gryphées, alternance de bancs calcaires gris clair à gris foncé, tachetés de limonite et de marnes grises et gris-jaune où J. Schirardin (1923) a pu distinguer de bas en haut :

- la zone à *Coroniceras bucklandi* Sow. se présentant sous le faciès typique du calcaire à Gryphées, se terminant par une surface d'omission ;

- la zone à *Arnioceras semicostatum* Y. et B. où les marnes sont plus abondantes et passent à des schistes bitumineux, se terminant par une surface d'omission. Nombreux fossiles, dont *Pentacrinus tuberculatus* Mill., *Plagiostoma gigantea* Sow., *Arnioceras semicostatum* Y. et B., *Coroniceras bisulcatum* Brug., *C. rotiforme* Sow., etc.

- la zone à *Schlotheimia ventricosa* Sow. se différenciant des précédentes par la dominance des marnes et l'apparition de concrétions phosphatées. Faune nombreuse avec *Belemnites acutus* Mill., *Schlotheimia ventricosa* Sow., *Schl. scoliptycha* Waehn, *Pentacrinus tuberculatus* Mill., des Rhynchonelles, des Pentacrines, etc.

Ce niveau se termine encore par une surface d'omission. Plus haut, affleurent les marnes du Lotharingien.

14. **Lotharingien. Argiles à *Microceras planicosta* et calcaires ocreux.** 14 m d'argiles sableuses, feuilletées, dites pauvres en fossiles, avec nodules calcaires ou ferrugineux, banc à *Aegoceras dudressieri* d'Orb., surmontées de 0,50 à 0,70 m de calcaires ocreux à *Echioceras raricostatum*, *Gryphaea obliqua* Goldf., calcaire bleu foncé avec taches jaune-brun d'altération.

15-6. **Pliensbachien.** Ensemble marno-calcaire comprenant :

Le Carixien : 5 m de marnes et calcaires où l'on distingue : 4,50 m de marnes gris clair à fossiles pyriteux (*Zeilleria numismalis* Lamk.) surmontées de 0,50 m de calcaire à *Prodactyloceras davoei* Sow., calcaire gris clair, se débitant en pavés, riche en Bélemnites et en Pentacrines.

Le Domérien, où l'on peut reconnaître :

- à la base : 25 à 40 m de marnes à ovoïdes à *Amaltheus margaritatus*, marnes argileuses feuilletées, de teinte gris-bleu, ocre par altération, contenant des nodules ferrugineux ;

- au sommet : 2 m de calcaires argileux à *Pleuroceras spinatum*, *Plicatula spinosa*.

Ces couches affleurent au sud de Rosheim, entre Ottrott et Obernai (ancienne tuilerie).

17-8. **Toarcien**

Toarcien inférieur. Schistes carton, complexe de schistes bitumineux ou encore Schistes à Posidonomyes, formé de 11 m de schistes papyracés renfermant en abondance *Posidonomya bronni* Goldf. et des Ammonites écrasées : *Dactyloceras semicostatum*, *Harpoceras falciferum*, des vertèbres d'Ichthyosaures et alternant avec des bancs calcaires à nombreux restes de Poissons, dont deux bancs épais de 10 à 20 cm vers la base, un banc mince de 5 à 10 cm vers le haut avec *Dactyloceras commune*.

Toarcien moyen. Marnes à *Lytoceras jurensis*. 9 m de marnes feuilletées parfois de teinte rouille et noduleuses vers le bas, grumeleuses vers le haut, où l'on trouve, représentant les couches à *Hildoceras bifrons* et *Coeloceras crassum* : les couches à *Lillia lilli* Hauer et les couches à *Haugia variabilis* d'Orb., très fossilifères (Heiligenstein, sentier de l'Ehn, Bischenberg), puis représentant les couches à *Lytoceras jurensis* : les couches à *Harpoceras bicarinatum*, les couches à *Grammoceras penestriatulum*, les couches à *Pseudogrammoceras subfallaciosum*, les couches à *Hammatoceras insigne* et les couches à *Phlyseogrammoceras dispansum*.

Vers le haut, abondent les Nucules (*Nucula hammeri* Roem.), *Leda rostralis* Lamk., *L. subovalis* Goldf., ainsi que *Trochus subduplicatus* qui leur vaut parfois le nom de Marnes à *Trochus*. Mais il faut noter que l'on trouve *Trochus subduplicatus* depuis les couches à *Pseudogrammoceras subfallaciosum* jusque dans les couches à *Cotteswaldia costulata* (voir plus loin).

Toarcien supérieur. Marnes et argiles à *Astarte voltzi*. 40 m de marnes gris foncé à l'état frais, brun jaunâtre par altération, à nids de gypse secondaire bien cristallisé, à petits niveaux de galets calcaires roulés et à ovoïdes marneux concrétionnés où l'on a distingué les zones suivantes (J. Schirardin, 1960) :

— zone à *Dumortieria levesquei* d'Orb. contenant en plus : *D. monieri* Haug., *D. flexicosta* Ernst., etc. ;

— zone à *Dumortieria radiosa* Seeb, livrant en plus *D. rustica* Buckm. ;

— zone à *Pleydellia aalensis* Ziet. avec en plus *Pl. subcompta* Branco, *Pl. mactra* Dum., *Walkericeras arcuata* Buckm. et diverses Bélemnites ;

— zone à *Gotteswaldia costulata* et *G. crinita* contenant en plus *Pleydellia subcompta* Branco, *Pl. mactra* Dum., *Gotteswaldia egena* Buckm.

Rappelons que la faune-pygmée des marnes à *Trochus* (*Tr. subduplicatus* d'Orb., *Nucula hammeri* Def., *Leda rostralis* d'Orb., *Trigonia pulchella* A.G., *Thecocyathus mactra* Goldf.) monte jusqu'à ce niveau.

lj1. **Aalénien.**

lj1a. **Aalénien inférieur. Marnes à *Leioceras opalinum* et *Trigonia navis*.** 40-42 m de marnes gris foncé et d'argiles contenant des nodules calcaires fossilifères ; vers le sommet les marnes deviennent légèrement sableuses. On y trouve *Leioceras opalinum* Rein., *Lytoceras torulosum* Schubl., *Trigonia navis* Lamk., *Trigonia costata*.

lj1b. **Aalénien supérieur. Grès calcaires à *Ludwigia munchisonae*, marnes et calcaires à *Ludwigella concava*.** 14 à 20 m de grès, calcaires et marnes, contenant des calcaires spathiques ou à fausses oolites d'oxydes de fer où la teneur en Fe peut atteindre 17 à 21 %. Ce faciès ferrugineux réparti par plaques atteint une épaisseur totale de 4,20 m à Heiligenstein, 5 m à Bernardswiller, 2 m au sentier de l'Ehn, mais manque à Bischoffsheim et à Scharrachbergheim. La limite entre le faciès gréseux et le faciès ferrugineux passe à la hauteur de Lahr—Obernai. Les couches à *L. munchisonae* fournissent en plus de l'Ammonite-indice : *L. bradfordense*, *L. staufensis*, *Pecten pumilus*, *P. disciformis*, *Gervillia hartmanni*.

Vers le haut se développe un ensemble argilo-calcaire ferrugineux épais de 2 m environ, les couches à *Ludwigella concava* Sow., où, au milieu de couches argileuses, marneuses et calcaires, apparaissent des plages de fausses oolites ferrugineuses. Fossiles : *L. rudis* Buckm., *Pachyteuthis brevipennis* Voltz, *Liostrea calceola* Ziet., *Astarte depressa* Goldf., *Entolium disciforme* Schubl. etc.

Dogger

lj1a. **Bajocien inférieur. Marnes à *Hyperlioceras discites*, couches à *Sonninia sowerbyi* et calcaires à *Emileia sauzei*,** (environ 20 m). Argile sableuse gris foncé, peu micacée, à petites taches brunâtres et nodules calcaréo-gréseux de teinte grise, renfermant *Posidonomya suessi*, *Pentacrinus personatus* et que l'on attribue à la zone à Discites. Plus haut, viennent des calcaires argileux et gréseux et des marnes à niveaux lumachelliques à *Sonninia sowerbyi* Mill. et enfin les calcaires bleus à *E. sauzei* se présentant sous forme de deux bancs résistants épais de 0,30 à 0,50 m, calcaires gréseux à traces de *Cancellophycus scoparius*, séparés par 10 m de marnes micacées.

Ces couches sont bien visibles dans le cours de l'Ehn à l'amont de l'ancien moulin Hergot où les bancs de calcaires bleus accusent un pendage de 25° vers le N 100°E.

lj1b. **Bajocien moyen. Calcaires argileux à *Stephanoceras humphriesianum* (10 m), marnes à *Belemnites giganteus* (12 m) et calcaires argileux à *Teloceras blagdeni* (4-5 m).** A la base, affleurent 4-5 m de marnes calcaires gris-bleu à oolites ferrugineuses faciles à identifier par la présence de grosses Huîtres plissées : *Ostrea flabelloides* Lamk. renfermant en outre *Endolium demissum*, *Pleuromya tenuistriata* A.G., *Pseudomonotis munsteri* Bronn., *Serpula socialis* Goldf., ainsi que l'Ammonite-indice *St. humphriesianum* dont un exemplaire de grande taille a été recueilli au réservoir de Bischoffsheim.

Plus haut, les marnes gris-bleu (12 m) y ont fourni de beaux échantillons de *Megateuthis giganteus* Schl.

Enfin, les couches à Blagdeni (4-5 m) sont formées d'une alternance de calcaires gris clair et de marnes gris sombre.

La sédimentation se poursuit sans interruption dans les marnes à *O. acuminata* (L. Guillaume, 1927).

lj1c. **Bajocien supérieur. Marnes à *O. acuminata* (5 m) et Grande Oolithe (55-60 m).** Ce sous-étage débute par 5 m de marnes et de lumachelle à *O. acuminata* qui affleurent dans la vallée de l'Ehn et sur le versant ouest du mont National.

Plus haut, se développent des calcaires oolithiques blanc-gris, jaunâtres par altération, en gros bancs avec minces délits marneux et surfaces d'omission (2) percées de

Pholades. Phénomènes karstiques. Rares *Parkinsonia parkinsoni* Sow. En outre : *Pentacrinus cristagalli* Qu., *Cidaris maendrina* A.G., *Clypeus ploti* Klein, *Echinobrissus renggeri* Desor, *Serpula socialis* Goldf., *Ctenostreon pectiniforme* Sow., *Ostrea acuminata* Sow., *Macrodon hirsoneuse* d'Arch., *Astarte detrita* Goldf.

Les calcaires de la Grande oolithe ont été exploités autrefois en de nombreuses carrières, notamment au Scharrachberg, à Wolxheim, au Bischenberg, au mont National, à Heiligenstein. Actuellement, la carrière du mont des Frères les exploite pour la fabrication de la chaux.

j2. **Bathonien. Marnes et calcaires à *Rhynchonella alemanica*.** Au-dessus des calcaires de la Grande Oolithe, affleurent au Nord du couvent du Bischenberg, 14 m de marnes et calcaires à oolithes ferrugineuses représentant sans doute la zone à *Parkinsonia ferruginea*. Mais cette Ammonite-indice n'a pas été trouvée sur le Bischenberg où l'on recueille par contre en nombre *Rynchonella varians* Schl. et *Ostrea knorri* Ziet. dans 14 m de marnes gris-bleu renfermant quelques bancs calcaires et qu'on désigne sous le terme de marnes à *Rhynchonella alemanica*.

L. van Werveke cite aussi les couches à *Rh. varians* au Nord-Ouest de Wolxheim, ainsi que sur les pentes sud et nord du Scharrachberg dont il rapporte comme faune : *Ostrea knorri*, *O. costata*, *Terebratula ornithocephala*, *T. fleischeri*, *Rhynchonella varians*, *Holcotypus depressus*, *Anabacia orbulites*, etc.

j3. **Callovien. Argiles et marnes à rares bancs calcaires.** L. van Werveke a signalé en 1908 la découverte d'un gisement d'âge callovien dans un puits creusé sur les flancs est du Scharrachberg. Benecke (1909) en a décrit et figuré la faune. J. Schirardin (1954) a signalé un autre affleurement. Ces affleurements, très limités par des failles et la couverture de loess, permettent de reconnaître :

— 5 m d'argiles, des marnes et des intercalations de calcaire marno-gréseux gris, brun grisâtre ou gris foncé avec faune du Callovien inférieur : *Macrocephalites macrocephalus* Schloth., *Liogryphaea alimenta* d'Orb., *Zeilleria digona* Sow., etc. ;

— 6 m de marnes avec intercalations de calcaires marneux gris contenant une faune rare : *Oxytonia inaequalis* Sow., *Nucula* sp., etc. ;

— 35 à 40 m de marnes et argiles de teinte gris foncé à noirâtre avec minces bancs calcaires et nodules calcaires gris clair à fossiles rares, pyriteux, souvent écrasés, du Callovien supérieur : *Peltoceras athleta* Phill., *Kosmoceras spinosum* Sow., *K. decoratum* Ziet., *Spinikosmoceras aculeatum* Eichw., *Orbignyceras pseudopunctatum* Luh., *Lunuloce- ras lunuloides* Kill., *Brightia nodosa* Bon., *Br. brighti* Pratt.

TERTIAIRE

Eocène

e₅. « **Sidérolithique** » (Bohnerz) : **argile à concrétions limonitiques.** Dans le sentier de l'Ehn, entre le moulin Schliffmuhl et le moulin Claire, on voit affleurer, du Nord-Ouest au Sud-Est, les calcaires marneux à *Ostrea acuminata* et plus bas des marnes rouges sidérolithiques et des argiles réfractaires sans fossiles, que nous proposons de ranger dans l'Eocène (?)

e5a. **Lutétien inférieur. Marnes grises et vertes.**

e5b-c. **Lutétien moyen et supérieur. Calcaires lacustres à *Planorbis pseudoammonius*.** Au Nord-Ouest du couvent du Bischenberg affleurent environ 12 m de marnes grises et vertes avec nodules calcaires, surmontées de calcaires lacustres blancs alternant avec des marnes dont l'épaisseur atteint près de 18 mètres. Les calcaires, de teinte générale claire, sont souvent corrodés. Dans les calcaires, on peut recueillir : *Paludina hammeri* Defr., *Planorbis pseudoammonius* Schl., *Limnea olicula* Rönis, *L. michelini* Defr., *Nanina*

occlusa F. Edw., *Glandina cordieri* Desh., *Hydrobia dubuissoni* Bouil, *Megalostoma numia* Lamk. Leur âge semble donc correspondre à celui des calcaires lacustres de Bouxwiller (Bas-Rhin), c'est-à-dire être du Lutétien.

La répartition des affleurements éocènes est intéressante. L'affleurement le plus étendu s'étend à partir du couvent du Bischenberg sur environ 400 m en direction nord-ouest ; il est découpé en deux compartiments par une faille ; il semble reposer sur les calcaires de la Grande Oolithe et il est recouvert par des conglomérats à galets éocènes qui couronnent le sommet du Bischenberg. Etant donné que les marnes à Rhynchonelles affleurent à proximité, il faudrait en conclure que l'érosion a été assez active pour faire affleurer des couches d'âge différent. Mais ce fait s'expliquerait plus aisément en admettant une tectonique active avant le dépôt des calcaires lacustres du Lutétien.

Un autre affleurement existe 500 m plus au Nord en direction de Rosheim.

Les travaux d'aménagement des nouvelles cités sur le versant sud du Bischenberg ont mis à jour en 1971 des marnes vertes vers l'altitude 330 mètres. Plus haut, affleurent les conglomérats à éléments éocènes.

Des conglomérats à galets éocènes ont été signalés par Kessler (1909, p. 204) au Scharrachberg. L. van Werveke a d'ailleurs figuré sur la feuille Molsheim à 1/25 000 un pointement d'argiles sidérolithiques et de calcaires lacustres lutétiens sur le flanc ouest du Scharrachberg.

L'opinion exprimée par Leidhold (1915, p. 140) que les calcaires lacustres lutétiens auraient eu une extension assez générale, englobant ceux de Bouxwiller (Bas-Rhin), ceux du Bischenberg et même ceux de Sigosheim (Haut-Rhin) peut donc être retenue comme hypothèse de travail.

Oligocène

e7-g1. **Latdorfien-« Sannoisien » s.s. Conglomérat à galets de Trias gréseux (e7-g1T), de Muschelkalk (e7-g1M), de Dogger (e7-g1D), d'Eocène (e7-g1E), et marnes interstratifiées ; faciès marneux dominant (e7-g1).** Les conglomérats dits « côtiers » affleurent le long du rebord oriental du champ de fractures de Heiligenstein à Scharrachberg. Ils représentent le faciès littoral grossier des dépôts plus fins, lagunaires ou marins qui se sont déposés au large vers le centre du fossé rhénan. Les galets montrent un façonnement fluvial ; les gros blocs souvent mal roulés ont été transportés à peu de distance, les sédiments plus fins, grès, marnes et argiles, proviennent de l'arrière-pays. Les teintes roses que montrent certaines couches prouvent l'importance de l'apport continental.

Depuis Daubrée, de nombreux auteurs (Andreae, Kessler, van Werveke, Leidhold, Schirardin, etc.) ont attiré l'attention sur la nature des galets constituant les conglomérats. Des plus récents aux plus anciens, il est possible d'identifier des éléments provenant des calcaires lutétiens, du Jurassique, du Trias moyen et du Trias inférieur et des granites. Les auteurs admettent aussi en gros que la présence des galets provenant de couches de plus en plus anciennes est due à la progression de l'érosion et que la composition pétrographique peut donc être un critère d'âge. Cela est exact dans les grandes lignes sur une même coupe verticale.

Ainsi, au sommet du Bischenberg, on trouve, superposés aux calcaires lutétiens des marnes gris-vert et des grès relativement fins, de teinte gris clair, à nombreux galets calcaires lutétiens correspondant à la Zone basale de J. Schirardin (1954). Les marnes ont fourni des restes d'insectes et des Foraminifères. Vers le haut des anciennes carrières, apparaissent des calcaires du Jurassique moyen, notamment de la Grande Oolithe. Ces galets ont la dimension du poing. C'est le Groupe conglomératique inférieur de J. Schirardin.

Ces conglomérats sont très étendus sur le versant ouest du Bischenberg et du mont National où ils forment le soubassement du point culminant (cote 321). Sur le chemin

faisant le tour ouest du mont National, ces conglomérats reposent sur la Grande Oolithe. C'est ce que l'on peut aussi voir sur le chemin prolongeant la moyenne corniche. Sur le versant ouest du mont National, les conglomérats affleurent sur toute la hauteur du versant, entre le moulin Claire à la cote 321, donc sur plus de 110 mètres. On y note la présence, à plusieurs niveaux, de marnes grises ou bariolées, jaunâtres ou verdâtres alternant avec des conglomérats en masses irrégulières et des grès calcaires. Les galets dominants sont du Jurassique moyen allant des calcaires de la Grande Oolithe aux grès calcaires à *L. murchisonae*.

Plus à l'Est, affleurant notamment au début de la moyenne corniche et à l'ancien stade, se trouvent des conglomérats où apparaissent des galets du Muschelkalk en plus grand nombre et classés dans le Groupe conglomératique supérieur par J. Schirardin (1954, p. 53).

Enfin la partie est du mont National est couronnée de conglomérats où on trouve en abondance des grès du Trias inférieur en très gros blocs parfois. Dans cette partie est, on voit affleurer du bas vers le haut, des conglomérats où dominent les galets de Dogger, puis les galets du Muschelkalk et enfin les galets de Buntsandstein.

L'épaisseur totale des conglomérats dépasse 200 mètres. Une stratigraphie détaillée a été impossible à établir, faute d'horizon-repère. La cartographie est rendue difficile par des travaux ayant donné lieu, dans cette zone du vignoble et plus récemment à la suite des constructions, à des déplacements de masses considérables de matériaux.

Les observations faites à l'occasion de ces travaux permettent en particulier de montrer l'existence d'un réseau de failles et de confirmer notamment une observation déjà faite par Seibold (1915, p. 141) à savoir que les conglomérats les plus anciens affleurent dans les compartiments tectoniquement les plus élevés, alors que les conglomérats les plus récents se trouvent dans les compartiments les plus bas.

Il faut noter aussi que le pendage des conglomérats est souvent différent de celui des calcaires jurassiens, ce qui souligne l'existence de déformations anté-oligocènes. Enfin, rappelons que les conglomérats reposent sur les calcaires lutétiens au Bischenberg, sur le Callovien au Scharrachberg, sur les couches à *R. varians* au Bischenberg, mais le plus souvent sur les calcaires de la Grande Oolithe.

Enfin, signalons que, lors du creusement de la piscine d'Obernai, on a rencontré, sous 4 m d'alluvions, le soubassement oligocène sous forme de marno-calcaires en plaquettes et de marnes gris brunâtre à verdâtre et gris bleuâtre contenant de nombreux *Mytilus socialis* Bronn. et considérés comme l'équivalent latéral de la zone à *Mytilus socialis* de la base de la Zone fossilifère des Couches moyennes de Pechelbronn.

Etant donné que ce gisement est séparé des conglomérats oligocènes du mont National par une faille est-ouest, la position de ce repère dans la suite des conglomérats n'a pas pu être précisée. Sur la feuille Sélestat, J. Schirardin la place à plus de 60 m sous le sommet de conglomérats latorfiens. Sur le versant est du mont National, vers l'altitude 210, au carrefour des chemins allant l'un vers Bischoffsheim, l'autre au replat est du mont National, la construction, en 1973, des réservoirs d'eau a mis à jour des marnes gris brunâtre et verdâtres avec bancs gréseux qui sont probablement de ce niveau. Le Groupe conglomératique supérieur aurait donc ici plus de 50 mètres.

g2-m1a. **Rupélien supérieur à Aquitanien. « Série grise » et Couches de Niederroedern, marnes.** Marnes affleurant à l'Est d'Ergersheim : marnes brun-rouge de la carrière d'Ergersheim et marnes grises de Kolbsheim (feuille Strasbourg).

Tandis qu'à Kolbsheim (feuille Strasbourg) affleurent des marnes gris-vert à Huîtres et à Cyrènes (marnes à Cyrènes) surmontées de grès calcaires, de marnes gris foncé et de marnes beiges à concrétions calcaires (couches d'eau douce d'âge chattien), à Ergersheim, affleurent des marnes brun-rouge fréquemment gréseuses et contenant quelques lits conglomératiques. Les couches grises sous-jacentes accusent un pendage de 20° vers le N.NE. Les couches rouges les ravinent. Leur âge a été controversé : il ne

saurait être latorfien et serait plutôt aquitainien (Sittler, 1965, p. 125). Cette interprétation a été retenue sur la feuille Molsheim. Des études récentes (Ménillet et Vogt, inédit) permettent de penser que ce serait en réalité du Quaternaire. Le faciès observé est, en effet, identique à celui de la carrière dont la coupe est donnée plus loin (*cf.* p. 46). L'épaisseur de ces marnes n'a pas pu être définie dans le cadre de la feuille Molsheim.

QUATERNAIRE

La montagne. La disposition des formations quaternaires résulte de l'évolution de l'entaille de la Bruche. Les formations pré-mindéliennes, caractérisées par le blanchiment général des galets et blocs issus du Buntsandstein, affleurent dans le secteur d'Urmatt à une altitude de 310 à 340 m, montrant qu'au début du Quaternaire les neuf dixièmes de l'entaille depuis l'aplanissement tertiaire étaient déjà faits. Le fond de la vallée de la Bruche est pour l'essentiel un niveau d'entaille de la nappe wurmienne, recouverte par des dépôts d'inondation peu épais. Les versants sont généralement couverts par des dépôts de période froide de types variés, selon les caractéristiques lithiques et la pente : essentiellement des nappes de gélifluxion et des coulées de blocs. Elles n'ont été figurées que là où elles masquent suffisamment le substratum pour en empêcher le lever. De petites niches de névé avec dépôts correspondants ourlent la pseudo-cuesta du Buntsandstein, et l'on trouve quelques dépôts corrélatifs de cryoplanation dont le plus important (Mollkirch) est représenté.

Fossé de Balbronn. Après la destruction des aplanissements tertiaires, à peu près complète sur ces roches tendres, des épandages assez généralisés de dépôts de piedmont grossiers, remaniant du Buntsandstein pour l'essentiel se sont mis en place. Les formations se sont déposées tout au long du Quaternaire et présentent entre elles des relations complexes commandées par l'interférence de la progression des entailles et de l'incision régressive des cours d'eau.

Secteur de la basse Bruche. Il ne peut se comprendre qu'en conjonction avec la feuille voisine Strasbourg. La partie alsacienne du Fossé rhénan est caractérisée par l'opposition entre un secteur au Nord de la Bruche, qui a relativement résisté à l'affaissement au Quaternaire sur une bande assez large au pied des Vosges gréseuses, et un secteur au Sud de la Bruche où cet affaissement se rapproche nettement des Vosges. Le secteur de la basse Bruche forme la jonction entre ces deux secteurs, d'où sa complexité.

Au Nord de la Bruche, l'extrémité ouest du compartiment de Mundolsheim où affleure le substratum oligocène qui a résisté à l'affaissement, porte une épaisse couverture de loess (souvent supérieure à 10 mètres). Les coupes manquent sur le territoire de la feuille Molsheim, mais ces affleurements forment la suite de ceux mieux connus de la feuille Strasbourg (coupes de Hangenbieten et Achenheim) (*cf.* Wernert, 1957) comportant une série complexe de loess mindélien (?), rissien et wurmien superposés. Ce compartiment a résisté à l'affaissement depuis le Mindel.

Entre la Bruche et l'Ehn, nous nous trouvons dans le domaine du remplissage plio-quaternaire, d'une puissance de 40 à 100 m dans le cadre de la feuille Molsheim. Au Pliocène et jusqu'au Riss sans doute, la Bruche et la Mossig ont édifié un cône de déjection puissant en direction du Sud-Est, vers Erstein (Simler et *al.*, 1967). Les formations plio-quaternaires sont superposées jusqu'au Riss inclus.

Ce cône NW—SE a été recoupé par un système de failles du Riss ou du Riss-Würm de direction W—E ou S.SW—N.NE, individualisant ainsi :

Le fossé de la Bruche. Celle-ci a pu être guidée vers l'Est par suite de ces événements tectoniques. On y distingue, au Sud, les alluvions rissiennes au sommet (terrasse d'Altorf se prolongeant par la terrasse de Duppigheim, feuille Strasbourg), couvertes de loess, dans lesquelles est entaillé le fond de la vallée de la Bruche où formations wurmiennes et

holocènes se confondent. Ce n'est que plus à l'Est, à partir d'Entzheim, que l'incision régressive de la Bruche, suite à l'entaille fini-wurmienne et holocène du Rhin, a dégagé une terrasse wurmienne et une terrasse holocène.

Le horst de Griesheim se prolongeant vers l'Est par le Gloeckelsberg. En effet, si on interprète correctement les sondages, le talus au Sud d'Altorf correspond à une faille ou une flexure. Les alluvions y sont superposées jusqu'au Riss qui représente 5 à 20 m de la masse alluviale totale de 60 m environ à la gravière Helmbacher à Rosheim. Ils sont surmontés par des loëss rissiens et wurmiens.

Le secteur au Nord de Niedernai. Le horst de Griesheim tombe à l'Est (feuille Strasbourg) par faille sur le Bruch de l'Andlau, secteur particulièrement affaissé sans doute encore à l'Holocène et qui rejoint obliquement la montagne selon une direction NE—SW près de Dambach (feuille Sélestat). Vers l'Ouest, l'accident sud du horst de Griesheim devient moins net, mais dénivelle les formations du cône de la Bruche : 80 m de formations quaternaires ont été reconnues à la nouvelle brasserie Kronenbourg au Nord-Est d'Obernai. Les coupes superficielles ont confirmé le caractère rissien du sommet des alluvions. La dénivellation est de l'ordre de 10 m et s'atténue vers l'Ouest.

Dans l'ensemble du secteur de la basse Bruche, tout se passe comme si les zones d'affaissement maximum avaient tendance à migrer avec le temps vers le Sud et l'Est.

Au Sud de l'Ehn, dans la zone des collines à l'Est d'une ligne Obernai—Goxwiller, l'affleurement de roches tendres prédominantes a permis, comme dans le fossé de Balbronn, l'étalement de formations quaternaires de piedmont. Les différentes formations sont étagées et l'on y distingue au moins deux alluvionnements pré-mindéliens. Les plus anciennes formations quaternaires plongent nettement vers l'Est (Briquet, 1928 ; Théobald, 1955, Vogt, 1965), sous les alluvions de la terrasse présumée wurmienne de Valff, couverte de loëss et le Bruch de l'Andlau dont une petite partie se trouve sur le territoire de la feuille Molsheim. Dans le détail, un petit compartiment affaissé du bois d'Urlosenholz, limité par la faille vosgienne à l'Ouest, une faille quaternaire antithétique à l'Est, une faille radiale probable vers le Nord et un bloc basculé vers le Sud, s'est constitué après le Mindel.

Rôle des paléoclimats. La plus grande partie des formations quaternaires dans le périmètre de la feuille Molsheim, alluvions, formations de versants et loëss datent sans doute de périodes froides. Celles-ci se manifestent aussi par des cryoturbations. Les loëss rissiens et wurmiens sont pour la plupart de la fin de périodes froides. Leur disposition contre les versants exposés à l'Est fait penser que les vents responsables de leur dépôt venaient au moins en partie de l'Ouest. Ils ont été remaniés fréquemment sur les versants et dans les vallons par géelifluxion, reptation pelliculaire et ruissellement, et aussi par la mise en culture à l'Holocène.

La dissection. Elle est assez accusée sur le compartiment de Mundolsheim, le plus anciennement perché, et au substratum imperméable. Par contre, elle est faible sur le horst de Griesheim, plus récemment individualisé et au substratum perméable, sauf pour le Rosenmerbach sans doute sollicité par l'affaissement du Bruch de l'Andlau où se trouve sa confluence avec l'Ehn.

Pléistocène

Pré-Mindel

Fv. **Alluvions caillouteuses.** Les dépôts d'Odratzheim n'ont pas été vus, mais rattachés au Pré-Mindel sur la foi des descriptions de la feuille Wasselonne à 1/25 000.

Fv1. **Alluvions caillouteuses.** Au Sud de Bernardswiller une formation exclusivement gréseuse, sans structure ordonnée apparente (mais les conditions d'observation sont

mauvaises), présente des galets de grès sub-émoussés. La majorité des blocs et galets sont entièrement blanchis, ce qui en fait une formation antérieure à Fv2. Son caractère grossier, joint aux caractéristiques régionales d'ensemble (cf. feuille Sélestat), tendrait à placer cette formation au début du Quaternaire. Mais il n'est pas exclu qu'elle soit pliocène.

Fv1-2. **Alluvions caillouteuses.** Au Nord et à l'Ouest d'Urmatt, des accumulations de blocs de grès pouvant atteindre 2 m de diamètre, associés à de rares éléments issus des rhyolites permienues, couvrent quelques interfluvies à l'altitude de 320 à 350 mètres. Pas de structure ordonnée. Il s'agit sans doute d'apports locaux d'affluents de la Bruche, dont la mise en place suppose des actions de débâcle à compétence élevée. Les caractéristiques d'altération sont intermédiaires entre celles de Fv1 et de Fv2-3. A la sablière à l'Est d'Urmatt leur puissance dépasse 5 mètres.

Fv2-3. **Alluvions caillouteuses.** Au Sud d'Obernai, alluvions à très forte dominance de matériel de Buntsandstein (de l'ordre de 95 %) avec des éléments isolés de roches du Dévonien. Le matériel présente de nombreux blocs dépassant souvent 50 cm de diamètre, souvent assez émoussés. La plupart d'entre eux ont subi un blanchiment incomplet, gagnant une couleur rosâtre ou jaunâtre foncé sur une épaisseur de 10 à 20 cm. Les « mouchetures » ferro-manganésiques sont fréquentes en surface des galets et blocs, associées à une ferruginisation jaune (limonitique ?) secondaire, pouvant aller jusqu'à la formation d'un cortex ferro-manganésique. L'épaisseur est inconnue, mais atteint sans doute quelques mètres.

Pv. **Formations de piedmont. Cailloux et blocs.** Des épandages à galets et blocs gréseux blanchis se trouvent en divers endroits. Sur le Bergrain au Sud de Niederhaslach, au Nord et à l'Ouest de Lutzelhouse, au pied de l'escarpement de faille du Heidenkopf à l'Ouest de Boersch. Les blocs de grès y présentent des mouchetures ferro-manganésiques et un blanchiment d'intensité variée, mais les formations sont mal observables.

Pv1. **Dépôts de piedmont pré-mindéliens anciens. Débris de roches et de blocs.** Galets sub-émoussés entièrement blanchis qui parsèment le flanc de la butte 311 près d'Oberhaslach, perchés au-dessus des formations pré-mindéliennes du haut bassin de Still.

Pv2. **Dépôts de piedmont pré-mindéliens récents. Débris de roches et de blocs.** Au Sud d'Obernai, formations analogues à Fv2-3, mais les blocs sont plus anguleux et la formation constitue un semis sans épaisseur. Mise en place probable par glissements (?). Cette dernière caractéristique est moins évidente pour la formation du Dorenberg, qui devrait être notée plutôt Jv2. Cette formation est perchée légèrement au-dessus de Fv2-3, au Sud de Bernardswiller, indiquant ainsi un âge plus ancien.

La formation est dénivelée par faille dans le panneau du bois d'Urlosenholz.

PSv. **Dépôts de piedmont soliflués.**

Jv2. **Cône de déjections pré-mindélien récent, caillouteux.** Cône de l'Ehn, à grande prédominance de blocs de grès souvent assez émoussés. Altération analogue à celle de Fv2-3. Le cône est perché au-dessus de cette dernière formation. La formation Pv2 du Durrenberg, un peu plus au Sud, devrait être notée ainsi.

Mindel

Fw. **Alluvions caillouteuses.** A Urmatt, terrasse à galets surtout gréseux présentant de nombreuses mouchetures ferro-manganésiques; ils sont parfois friables. Matrice rubéfiée.

A Still et entre le Zweibaechel et le Schleithal, accumulation fluviatile à lentilles de galets émoussés de Buntsandstein, remaniant sans doute en partie Pw.

Dans les alluvions de la basse Bruche affleurent au Sud de Dorlisheim des sables et galets à stratification torrentielle sur 15 m d'épaisseur. Les galets ne dépassent pas, en général, 15 cm de diamètre. Quelques lentilles argileuses, des figures de cryoturbation, présence de blocs d'argile transportés à l'état gelé. On y trouve à la taille de 4 à 6 cm :

- galets cristallins : 40 %
- sédimentaire dévonien et houiller : 30 %
- rhyolites : 10 %
- Buntsandstein : 20 %

La plupart des galets cristallins et des galets schisteux sont désagrégés. La matrice est légèrement rubéfiée.

On peut rapprocher cette formation de celle qui affleure à partir de 23 m de profondeur dans la gravière Helmbacher à Rosheim (cf. $\frac{CE_{x-y}}{Fx}$ et Fx), sur 3 à 4 mètres. La composition lithique et l'état d'altération sont analogues, sinon la taille des galets dont beaucoup atteignent ici un diamètre de 25 centimètres.

Jw. **Cône de déjection fluviatile : cailloutis.** Cône de l'Ehn à Obernai. Formation alluviale mal litée dont le diamètre des galets atteint 25 centimètres. On y trouve 60 % de galets provenant du Buntsandstein, 30 % de galets cristallins du massif du Champ-du-Feu et 10 % de roches sédimentaires du Dévonien et du Houiller. La matrice est fortement rubéfiée dans les trois mètres supérieurs. Les galets cristallins et schisteux sont tous désagrégés ; ceux de Buntsandstein ne sont pas altérés.

$\frac{PS_w}{PS_v}$ **Dépôts de piedmont soliflués du Mindel recouvrant des dépôts de piedmont soliflués pré-mindéliens.** Au pied de l'escarpement de faille de l'Oedenwald, et en aval des formations PS_y , un semis de blocs de Buntsandstein parsème le glaciais façonné sur le Muschelkalk. La matrice associe sable vosgien et marnes. Les blocs présentent de nombreuses mouchetures ferro-manganésiques et souvent un cortex rubéfié, ce qui les distingue nettement des blocs de PS_y . On peut penser à une mise en place par gélifluxion de matériel de Buntsandstein issu de l'escarpement de l'Oedenwald.

Dans les entailles d'une profondeur supérieure à 1,5 m apparaissent des blocs à couronne blanchie, caractéristique des formations pré-mindéliennes. Dans le haut-bassin du ruisseau de Still, les formations de glaciais de gélifluxion se sont donc superposées jusqu'au Mindel sur une distance de 2 km environ. Les formations postérieures y sont emboîtées par suite des progrès de l'incision des branches du ruisseau de Still ; au pied de l'escarpement, les formations gélifluées wurmiennes recouvrent cependant encore les dépôts mindéliens, en amont des entailles, sur 0,5 km.

Pw. **Dépôts de piedmont : débris de roches et blocs emballés dans une matrice argilo-limoneuse.** Bassin de Still : formation analogue à PS_w , mais qui n'a pu être observée qu'en surface.

Au Nord-Est de Heiligenstein, une formation à gros blocs de grès dépassant souvent 1 m de diamètre parsème la rampe qui joint le village à l'Apfelbach. On y trouve également de nombreux galets peu émoussés de quartz et de roches métamorphiques variées, dans une matrice fortement rubéfiée. L'absence totale de structure ordonnée, la faible épaisseur, font penser à une mise en place par glissement sur les marnes oligocènes sous-jacentes. Les blocs de grès présentent en surface quelques mouchetures ferro-manganésiques.

P_w^v . **Dépôts de piedmont pré-mindéliens ou mindéliens. Débris de roches et blocs emballés dans une matrice argilo-limoneuse.** A Saint-Léonard, une formation à gros blocs de grès peu altérés parsème un interfluve. La position de cette formation tendrait à en faire une formation pré-mindélienne, les caractéristiques de l'altération une formation mindélienne.

Remarque. Dans l'angle nord-est du territoire de la feuille, une exploitation récente a mis à l'affleurement des limons et argiles d'âge quaternaire ancien ou quaternaire moyen, sous des loëss d'âge riss probable ; de haut en bas :

— 0,60 m : limons loëssiques à nombreuses poupées calcaires ;

— 1,00 m : loëss brun clair, plus ou moins remaniés, à *mycelium*, calcaire dense (Riss probable) ;

— 0,05 à 0,30 m : grès grossier (alluvions cimentées par du calcaire) plus ou moins disloqué par cryoturbation ;

— 0,80 à 1,20 m : argiles limoneuses beiges à rouges à nodules calcaires très abondants (50 %) dans la partie supérieure ; quelques taches vertes ;

— 1,00 à 1,50 m : argile limoneuse rougeâtre (teinte à sec code Munsell : 5 YR 6/6) à débit prismatique avec nodules calcaires dans les 30 cm supérieurs. Intercalation de galets de quartz et de quartzite brunifiée (alluvions remaniées) dans la partie sud de la carrière ;

— 0,10 à 0,15 m : niveau d'accumulation calcaire ;

— 1,00 à 1,50 m : limon beige à rougeâtre, taches vertes en lentilles de 0,5 à 1 cm, sub-horizontales à la base ;

— visible sur 1 m : limon argileux rougeâtre avec localement grosses taches vertes à la base.

La fraction argileuse de ces limons et argiles est constituée par des quantités sensiblement équivalentes d'illite, de smectite et de kaolinite.

Riss

CEx. Loëss anciens probablement rissiens. Limons loëssoides recouvrant des interfluvés du fossé de Balbronn, largement décalciflés. Ils ont été rapportés au Riss. Il n'est pas exclu qu'ils soient plus anciens.

Fx. Alluvions caillouteuses. Alluvions rissiennes de la Bruche (cf. $\frac{CEx-y}{Fx}$). Généralement recouvertes par des loëss, elles n'affleurent guère que sur les bords de l'Ehn, où elles sont atypiques. La Bruche, à la sortie de la montagne, a édifié un cône sans doute subsident au Pliocène et au Quaternaire ancien et moyen en direction du Sud-Est (Simler et al., 1967). L'épaisseur des alluvions quaternaires dépasse 60 m à Griesheim et 80 m au Nord-Est d'Obernai. Sous 2 à 3 m de loëss, 5 à 20 m de la masse alluviale peuvent être rapportés au Riss, dont 5 m avec certitude dans la gravière Helmbacher à Rosheim. N. Théobald (1965, 1970) y a recueilli *Elephas trogontherii* Pohlig. Il s'agit d'un cailloutis bien stratifié, de taille moyenne (le diamètre ne dépasse pas 15 cm) intercalé par des strates de sables argileux blanc verdâtre, traces sans doute d'une sédimentation de décantation dans des bras abandonnés. Vers le Sud, en direction d'Obernai, la taille moyenne des galets diminue. Nous nous trouvons sans doute en bordure du cône. La composition lithique moyenne est :

— galets cristallins : 40 %

— galets du sédimentaire dévonien et houiller : 20 %

— galets de rhyolites : 20 %

— galets de roches du Buntsandstein : 20 %

dans la taille de 4 à 6 centimètres. On remarque la part réduite de galets de rhyolite par rapport aux alluvions wurmiennes (Fy), probablement par suite de l'évolution lente de l'incision régressive dans ces roches.

En dessous viennent 6 m de strates essentiellement argilo-sableuses à involutions périglaciaires, puis 7 m de sables et galets à stratification entrecroisée ; les galets ne dépassent généralement pas 10 cm de diamètre. On y trouve à la taille de 4-6 cm :

— cristallin : 30 %

— sédimentaire du Dévonien et du Houiller : 20 %

— rhyolites : 10 %

— roches du Buntsandstein : 40 %

On peut hésiter entre le Riss et le Mindel pour l'âge de ces formations.

A partir de 23 m de profondeur, on trouve un matériel plus grossier et plus ancien (*cf.* Fw).

Cet ensemble, à partir du Riss, a résisté à l'effondrement dans sa partie centrale. Si l'on interprète correctement les sondages, il apparaît qu'il est parcouru par un accident est-ouest au Sud d'Altorf, accident qui a dénivélé sa partie nord. Les cailloutis ont aussi été affaîssés au Sud.

Fw. Alluvions caillouteuses du Mindel ou du Riss. Entre l'Emerbaechel et le Soultzbach et près de Lutzelhouse des niveaux alluviaux au matériel peu visible ont été classés ainsi en considérant leur position par rapport aux autres niveaux.

Jx. Cônes de déjection fluviales : cailloutis. Sur le bord du débouché du vallon de Dinsheim, un affleurement perché de blocs sub-arrondis issus du Buntsandstein. Des alluvions perchées essentiellement gréseuses dans le Ringelsthal, au Nord d'Oberhachlach.

Px. Dépôts de piedmont. Débris de roches et blocs emballés dans une matrice limono-argileuse. Entre Russ et Muhbach, le versant sud de la vallée de la Bruche est ourlé par un glaciaire perché où l'on trouve des formations, à esquisses grossières de litage, de matériel exclusivement local, provenant des versants et remaniant de nombreux galets du Conglomérat de Russ (d4c). Il s'agit sans doute de dépôts des petits cours d'eau locaux, qui ont largement étalé le matériel en cônes-glaciaires. Entre Heiligenstein et Saint-Nabor, les parties latérales du bois d'Urloosenholz sont couvertes par un semis mince de blocs de nature lithique variée (Dévonien et Buntsandstein), non altérés, ayant flué sur les marnes (Keuper, Sinémurien) sous-jacentes.

Pw. Dépôts de piedmont du Mindel ou du Riss. Débris de roches et blocs emballés dans une matrice argilo-limoneuse.

— Au Nord de Schirmeck, des épandages de blocs de grès du Buntsandstein non blanchis perchés à 50 m au-dessus de la Bruche.

— En aval de Saint-Nabor, un semis de blocs ou domine le Buntsandstein, mais où on trouve aussi les roches du Dévonien, parseme les lanières qui s'insèrent vers l'aval en contrebas des épandages pré-mindéliens (Pv2).

PSx. Dépôts de piedmont soliflués. Blocs de Buntsandstein, sable vosgien et marnes ; les blocs de grès ne sont pas altérés et sont perchés au-dessus des vallons wurmiens du bassin du ruisseau de Still. Mis en place dans une première entaille dans Fw.

Würm

Qey. Löss wurmiens recouvrant les pieds de versants des collines sous-vosgiennes regardant vers l'Est, en accumulations parfois épaisses, pouvant atteindre 5 mètres. Ces accumulations font penser que les vents responsables du dépôt des lœss venaient au moins en partie de l'Ouest.

Qey. Löss recouvrant des cailloutis fluviales. Terrasse de Valff. Les lœss ont une épaisseur de 1,2 à 2 m et présentent parfois des intercalations de lits sableux. Le contact entre les lœss et ces intercalations présente fréquemment des figures de cryoturbation. N. Théobald (1937) y a recueilli *Elephas primigenius* Blum.

Qey. Löss recouvrant des formations de géelifluxion. Au pied est du mont National s'observe la superposition de formations de géelifluxion remaniant une matrice marneuse et des fragments de galets du conglomérat oligocène, éclatés par le gel, et de lœss bien calcaires.

$\frac{CE_y}{F\check{y}}$ **Loess wurmiens recouvrant des alluvions rissiennes ou wurmiennes.** Loess recouvrant $F\check{y}$.

$\frac{CE_{x-y}}{F_x}$ **Loess (Riss et Würm) recouvrant les formations caillouteuses de la terrasse de la Bruche.** Loess recouvrant les alluvions rissiennes de la Bruche (cf. F_x) dans la plaine. Epais de 2 à 3 m et plus quand ils fossilisent des vallons, ils révèlent, surtout dans la gravière Meyer à Bischoffsheim, un paléosol (lehm rouge) très marqué auquel sont associées des concrétions (poupées) pouvant atteindre 40 à 50 cm de long. Le paléosol pourrait correspondre au Riss-Würm. Dans les loess rissiens de la carrière Meyer ont été trouvés, entre autres *Vallonia tenuilabris*, *Bithynia leachi*, *Columella columella* et la classique faune connue dans les loess wurmiens de couverture.

Au Sud-Ouest de Niedernai, des loess mal visibles ont été rattachés au même ensemble essentiellement par suite de leur position.

CE_{w-y} . **Loess (Mindel à Würm).** Loess recouvrant le compartiment de Mundolsheim et faisant suite à la même unité sur la feuille Strasbourg, à laquelle on se reportera pour la stratigraphie détaillée, aucune coupe n'existant sur le territoire de la feuille Molsheim.

F_y . **Alluvions : cailloutis.** Vallée de la Bruche : alluvions bien stratifiées, formant terrasse, à cailloutis dépassant rarement 15 cm de diamètre, constituées essentiellement de roches cristallines du massif du Champ-du-Feu et sédimentaires primaires ; les galets originaires du Buntsandstein sont subordonnés. Les proportions sont très variables. On peut estimer que, dans l'ensemble, on a 40 % de roches cristallines, 40 % de sédimentaire primaire et 10 % de Buntsandstein.

Vallées de la Hasel et du ruisseau de Still : éléments très locaux de terrasses à cailloutis grossiers, peu émoussés en général, dominant le niveau d'entaille holocène. Epaisseur pouvant aller jusqu'à 6 mètres. Leur recouvrement partiel par des formations de versant périglaciaires exclut un âge holocène.

Terrasse de Valff, entre Valff et Meistratzheim. Les cailloutis affleurant sous les loess (cf. $\frac{CE_y}{F_y}$) sont mal connus, mais on y trouve des galets d'origine rhénane.

Alluvions wurmiennes de la Bruche dans la plaine. Cf. $\frac{Fz1-2B}{F_y}$ et $\frac{CE_y}{F_y}$. Cône wurmien de la Bruche se poursuivant par la terrasse de Lingolsheim [feuille Strasbourg ($\frac{CE_y}{F_y}$)]. Structure lenticulaire très marquée avec des strates d'argiles limoneuses représentant le remplissage de bras morts et des strates de sable, mais les lentilles de galets dominant. La composition lithique est variable ; en voici une approximation :

Cristallin du Champ-du-Feu : 30 %

Sédimentaire du Dévonien et du Houiller : 20 %

Rhyolites et tufs rhyolitiques : 35 %

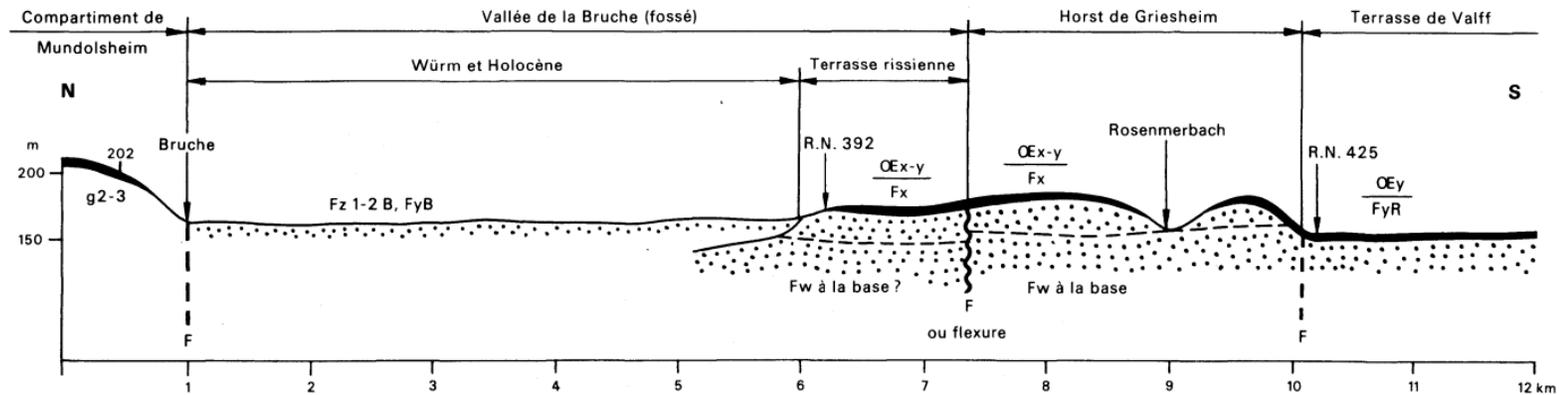
Grès, quartzites et quartz du Buntsandstein : 15 %

L'épaisseur du matériel est faible : 7 m près de l'usine Bugatti à Molsheim, 14 m au Jaegerhof.

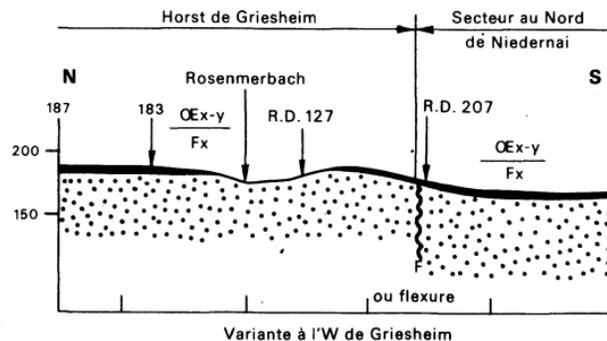
$F\check{y}$. **Alluvions rissiennes ou wurmiennes ; cailloutis.** Au Nord de Bourghheim et à l'Est de Dinsheim, des alluvions mal observables ont été notées ainsi en raison de leur position.

Alluvions Riss (?) à Holocène : cailloutis. Alluvions des fonds des hautes vallées du bassin de la Magel. Ces alluvions d'apparence analogue à $F\check{y}$ se localisent en amont de ruptures de pentes marquées du profil longitudinal des cours d'eau, donc en des endroits où l'incision régressive wurmienne n'est peut-être pas parvenue, de sorte qu'un âge rissien d'une partie du remplissage alluvionnaire n'est pas à exclure.

J_y . **Cônes de déjection fluviales : cailloutis.** Dans le bassin de la Hasel, formations très hétérométriques à nombreux blocs métriques de grès et de conglomérat, souvent



**Fig. 4 – Coupe nord-sud en lisière est de la feuille Molsheim
 (entre Osthoffen et Meistratzheim) –H Vogt**



Variante à l'W de Griesheim

anguleux parfois émoussés, surtout au Sud du Spiess. Ces cônes sont légèrement perchés.

Dans celui du ruisseau de Still, galets sub-arrondis de Buntsandstein ne dépassant pas 40 cm de long.

J_ŷ. **Cônes de déjection fluviales (Riss ou Würm) : cailloutis.** Oberhaslach : galets émoussés de grès et rhyolite. Ce cône perché est entaillé par un vallon en berceau.

GP_y. **Dépôts de nivation et accumulations de replat de cryoplanation. Débris de roche souvent volumineux.** Au pied de la cuesta du Buntsandstein entre le Baerenberg et la Narion, des dépôts de blocs de grès sub-émoussés et légèrement polis tapissent le fond et l'exutoire de petites niches bien marquées, interprétées comme étant des niches de nivation.

A Mollkirch, le replat sur t_{3a} porte, au pied de l'escarpement de t_{1b} et t_{2a}, un amas non structuré de blocs de grès et de sable gréseux, interprété comme dépôt de replat de cryoplanation. Il est apparu après la fin des levers que des dépôts au Nord-Ouest d'Ottrott ont sans doute la même genèse.

PS_y. **Dépôts de piedmont soliflués.** Blocs de matrice sableuse détachés de la corniche de Buntsandstein et ayant soliflué sur les couches plus plastiques du Muschelkalk. La présence de nombreux blocs entraîne l'existence de grandes loupes de gélifluxion. Matériel peu épais ; la matrice argileuse provenant du soubassement est parfois assez abondante. A l'Ouest du Ringelsberg, ce même type de dépôt ourle largement le pied de la cuesta de Buntsandstein sur les schistes argileux permien (r3). Ils n'ont pas été représentés sur la carte pour permettre le dessin de formations primaires et secondaires.

PS_x. **Dépôts de piedmont géliflués du Riss au Würm.** Matériel à fragments de roche inférieurs à 20 cm, sable et argile, non structuré, de granite.

PG_ŷ. **Coulée de blocs rissienne ou wurmienne.** Blocs de Buntsandstein formant une langue bosselée se détachant du haut-glacis de Saint-Nabor pour s'insérer entre les collines du Durrenberg et de la butte 243. La fraîcheur de la forme rend un âge wurmien plus probable.

S_y. **Dépôts de solifluxion.**

S_{x-y}. **Dépôts de solifluxion du Riss au Würm.** Remaniement sur les versants du matériel $\frac{PSw}{PSv}$ et du matériel essentiellement limono-argileux du substratum, sans de très gros blocs de Buntsandstein. Donc mélange de matériel du Buntsandstein et du Muschelkalk, sans structure.

Pléistocène indifférencié

Œ. **Lœss en place ou localement remaniés ; parfois limons non éoliens (?).** Lœss indifférencié, pour l'essentiel probablement wurmien. Le symbole recouvre tant des lœss éoliens purs que des lœss remaniés localement sur les versants par gélifluxion, ruissellement ou reptation pelliculaire.

Œ. **Lœss sur cône de déjection fluviale mindélien.** A Obernai, la formation J_w est J_w recouverte par endroits par des lœss non datés.

E. **Formations de pente de type varié non différenciées ;** sur Buntsandstein, éboulis assistés probablement par la neige. Elles n'ont été représentées sur la carte que par défaut, quand elles ont rendu impossible la cartographie de la roche en place. Leur représentation est sans rapport avec leur extension effective.

S. **Dépôts de solifluxion variés.** Ils n'ont été représentés que par défaut, quand ils ont suffisamment masqué la roche en place pour en empêcher la cartographie. Leur représentation est sans rapport avec leur extension effective.

S₄y. **Arènes granitiques en partie solifluées**, épaisses, dans l'alvéole de Grendelbruch.

Pléistocène - Holocène

Fz4A. **Alluvions sableuses récentes d'origine vosgienne étalées dans le Bruch de l'Andlau.** Dépôts de débordement essentiellement sableux de l'Ehn et de l'Andlau. Sable vosgien. Epaisseur variable, au maximum 1 mètre.

Fz4E. **Alluvions récentes : limons de débordement remaniant du loess dans le Bruch de l'Andlau.** Alluvions récentes essentiellement limoneuses ou limono-sableuses, remaniant en partie des loess. Epaisseur : env. 0,5 mètre.

Fz1-3. **Alluvions recouvertes par une fine couche de limons de débordement. Dépôt de la fin du Würm à l'époque historique.** Les graviers wurmiens sous-jacents dans le Bruch de l'Andlau ont été remaniés en surface à l'Holocène sur une profondeur impossible à apprécier, mais probablement faible. Composition lithique approximative près de la surface pour les galets de 4 à 6 cm ; près de Krautergersheim (feuille Strasbourg) :

- quartz : 25 %
- phtanites, etc. : 10 %
- microcristallin : 10 %
- cristallin grenu : 10 %
- gneiss : 20 %
- quartzite : 10 %
- calcaire : 10 %
- divers : 5 %

dont grès du Buntsandstein (1-2 %), rhyolites du Permien, etc.

Dans les couches plus anciennes sous-jacentes, exploitées par dragage, des niveaux plus grossiers révèlent une part plus forte de grès du Buntsandstein (env. 10 %).

Ces cailloutis rhénans et vosgiens mélangés sont recouverts par une pellicule de limons de débordement. Limons et cailloutis ont continué à être déposés respectivement remaniés par les rivières jusqu'à une époque historique. Fréquemment, on trouve à la base, sur les cailloutis, d'abord des limons argileux, sableux à la base, gris rhénans, et, dessus, disposés dans des chenaux, des sables limoneux d'origine vosgienne (Fz4A) (Schumacher, 1890). Les dépressions sont encore partiellement inondables.

Faune malacologique du Bruch de l'Andlau : *Clausilia parvula*, *Pomatias elegans*, *Clausilia ventricosa*. *Gyraulus rossmaessleri* a été observé à la base des sédiments holocènes entre Hindisheim et Krautergersheim (feuille Strasbourg) ; ce fait est exceptionnel car ce Mollusque qui vit actuellement dans le ried n'a jamais été trouvé dans un niveau postglaciaire en Alsace.

Sous ce même symbole ont été représentés les alluvions holocènes du Rosenmeerbach, où dominent les éléments de la taille des gravillons, et qui se raccordent à celles du Bruch de l'Andlau. Leur puissance est réduite (1-2 m).

Fz3B. **Alluvions sablo-caillouteuses de la Bruche d'époque historique.** Sables et galets ne dépassant pas 8 cm de diamètre, vosgiens. Ils forment le lit majeur actuel de la Bruche et du Bras d'Altorf. Ces alluvions sont encore partiellement soumises à inondation et les dépôts les plus fins sont constamment remaniés en surface. Elles sont souvent recouvertes par des limons d'inondation.

Fz1-2B. **Limons, sable et cailloutis peu épais de la Bruche recouvrant des formations wurmiennes.** Les galets, d'origine vosgienne, ne dépassent guère 6 cm de diamètre. Il s'agit des produits du remaniement superficiel général, et sélectif pour la

taille, des galets wurmiens sous-jacents par des courants divaguants. Leur composition lithique est la même que pour la nappe wurmienne (Fy).

Les chenaux ont été abandonnés au fur et à mesure de l'entaille de la Bruche et du Bras d'Altorf. Un chenal s'est maintenu jusqu'au 18^e siècle par le Jaegerhof vers la gare de Duttlenheim (feuille Strasbourg). Ces formations sont probablement partiellement équivalentes à la terrasse du Roettig qui s'individualise en val d'Entzheim par suite d'une incision régressive holocène de la Bruche, incision qui n'est pas remontée au-delà.

Fz1. Alluvions du début de l'Holocène : sables et graviers. Cailloutis de la Bruche au Nord-Est de Dorlisheim, à Mutzig et à Molsheim. En surface, matériel sablo-limoneux. Ces formations forment des terrasses dominant nettement la vallée actuelle de la Bruche (Fz3 β). L'absence de couverture loessique incite à attribuer à cet ensemble un âge holocène.

Fz. Formations holocènes. Sables et graviers. Accumulations argileuses dans les fonds des têtes évasées de vallons en berceau périglaciaires dans les collines loessiques du compartiment de Mundolsheim.

Fz. Alluvions holocènes généralement fines recouvrant des alluvions wurmiennes
Fy généralement plus grossières. Cette notation désigne la plus grande partie des fonds de vallée alluviaux : des limons de débordement et des gravillons et graviers de remaniement local holocène, parfois discontinus, recouvrent sur une épaisseur variable (0-2 m) les nappes de fond de vallée qui forment l'essentiel du corps de la nappe. Dans la vallée de la Bruche, ce fond de vallée correspond à un niveau d'entaille dans la nappe wurmienne. La nature du matériel est variable et reflète plus ou moins fidèlement la composition lithique du bassin versant, avec un enrichissement relatif, si celle-ci l'autorise, en galets de quartz et de quartzite originaires des niveaux conglomératiques du Buntsandstein, ou en quartz filonien.

Fy-z. Alluvions déposées du Würm à l'Holocène. Cailloutis. Dans la zone de confluence du ruisseau débouchant à Gresswiller avec la Bruche, des cailloutis de la Bruche sont surmontés de limons de débordement d'origine sans doute locale. Il n'a pas été possible de déterminer si le corps caillouteux est entièrement wurmien ou partiellement holocène. La situation par rapport au fond de la vallée de la Bruche exclut un âge exclusivement holocène.

Fonds des vallées du panneau du bois d'Urlosenholz (Apfelbach et Dachsbach) entaillés dans des dépôts rissiens (Px) ; dépôt peu épais de matériel caillouteux de remaniement local et de limons sableux.

Fy-z1. Alluvions wurmiennes ou du début de l'Holocène : cailloutis de la Bruche à l'Est de Gresswiller ; de même composition que Fz1-3, mais formant terrasse à un niveau légèrement plus élevé ; on peut hésiter entre un âge wurmien ou du début de l'Holocène.

Alluvions du fond du Dachsbach. Comme $\frac{Fz}{Fy}$, mais les mauvaises conditions d'observation ne permettent pas de décider si les limons d'inondation voient des cailloutis wurmiens ou des cailloutis rissiens ; dans ce cas on aurait là un niveau d'entaille dans les alluvions rissiennes (Fx) s'étalant au Sud-Est d'Obernai.

Fy. Accumulations fluviales locales wurmiennes ou holocènes. Dans les bassins de la Hasel, du Soultzbach, de l'Emerbaechel et dans le massif du Champ-du-Feu, des élargissements locaux de fonds de vallées encaissées sont souvent occupés par des accumulations fluviales de matériel hétérométrique à blocs souvent gros, jusqu'à 50 cm de diamètre, évoquant une mise en place du type débâcle par ajutage. Leur localisation au fond des vallées semble devoir exclure un âge pré-wurmien. Le matériel est d'origine locale.

C_{y-z}. Colluvions déposées du Würm à l'Holocène : matériel limono-argileux dominant. Formations allant des argiles aux cailloutis anguleux ourlant des pieds de versant et formant le remplissage de vallons en berceau, dans le domaine d'affleurement du Muschelkalk et du Keuper essentiellement. Ces formations se caractérisent par une structure désordonnée et la grande prédominance des colloïdes et pré-colloïdes. Elles associent les dépôts corrélatifs de la gélifluxion, de la reptation pelliculaire de période froide et de la solifluxion et du ruissellement consécutifs aux défrichements holocènes. Le même symbole est attribué au remplissage marécageux du fond de l'alvéole de Grendelbruch.

C_{x-z}. Colluvions déposées du Riss à l'Holocène : matériel limono-argileux dominant. Comme C_{y-z}, dans les parties amont de vallons nettement perchés, et qui n'ont probablement pas connu d'entaille post-rissienne. Le même symbole s'applique au remplissage des vallons en berceau entaillant les formations de piedmont rissiennes (P_x) entre Russ et Muhlbach.

C_{CEy-z}. Remblaiement de vallons : loess remanié par solifluxion et ruissellement au Würm et à l'Holocène. Formations argilo-limoneuses dérivant essentiellement de complexes loessiques, plus ou moins complètement décalcifiés, emplissant les vallons en berceau des couvertures loessiques épaisses au Nord de la basse Bruche (compartiment de Mundolsheim) et dans le secteur au Nord de Niedernai ($\frac{CE_{x-y}}{F_x}$). Elles associent les dépôts corrélatifs de la gélifluxion, de la reptation pelliculaire de période froide et de ruissellement consécutif aux défrichements holocènes.

C_{CEx-z}. Colluvions loessiques, Riss au moins à Holocène. Comme C_{CEy-z}, mêmes rapports que C_{x-z} avec C_{y-z}.

J \ddot{Y} . Cônes de déjection fluviales wurmiens ou holocènes : cailloutis. Près de la confluence de la Mossig avec la Bruche, la formation $\frac{F_{z1-2\beta}}{F_y}$ change de nature lithique avec une prédominance nette de matériaux provenant du Buntsandstein : 72 % (28 % de grès, 20 % de quartz, 14 % de quartzites), 8 % de calcaire, et 20 % seulement de roches spécifiques du bassin de la Bruche en amont de la confluence (cristallin : 10 % ; rhyolites : 6 % ; sédimentaire dévonien et houiller : 4 %). La part de la Mossig prédomine, ce qui fait penser à un cône très aplati de ce cours d'eau. Les limons de débordement recouvrent l'ensemble.

A l'Ouest de Dorlisheim, un petit cône local à l'issue d'un vallon sec vers la vallée de la Bruche ne peut être plus ancien que wurmien par sa position.

Dans le massif du Champ-du-Feu, de petits cônes locaux de fond de vallée près de confluences ont une signification analogue à F \ddot{Y} .

TECTONIQUE

TECTONIQUE HERCYNIIENNE

Le territoire de la feuille Molsheim se situe dans l'unité septentrionale des Vosges hercyniennes, parfois appelée Vosges du Nord*. Cette unité se différencie de celle des Vosges moyennes par l'absence de terrains cristallophylliens et de granites synkinématiques, la présence de terrains sédimentaires plissés d'âge silurien à viséen et un volcanisme orogénique de type spilite-kératophyre d'âge dévonien. Au Sud, elle est limitée par le chevauchement de Lalaye—Lubine et au Nord, elle s'ennoie sous des formations permienes.

* A ne pas confondre avec les basses Vosges, au Nord du col de Saverne.

Dans les Vosges du Nord, les principales structures ont une direction N60° à N70°E. Au Sud, les schistes de Steige ont été affectés par une ou deux phases de plissement. Au centre, dans le domaine du Champ-du-Feu, le trait structural fondamental est la disposition des différentes formations éruptives en bandes parallèles de direction N60°E. La granitisation semble s'être moulée sur une ancienne structure qui pourrait être un monoclinale hercynien précoce. Avant la granitisation, ce monoclinale devait être constitué par une série volcano-sédimentaire d'âge intermédiaire entre le Silurien et le Dévonien moyen ou antérieure. Des dislocations de direction N135°E avec coulissage ont décalé la plupart des bandes granitiques du Champ-du-Feu mais ne paraissent pas avoir affecté les granites tardi-hercyniens (granites de Natzwiller et du Kagenfels). Au Nord, les formations dévono-dinantiennes ont été affectées par une ou deux phases de déformations souples, puis par les effets d'une tectonique cassante.

Comme dans l'ensemble des Vosges, les phases majeures de l'orogénèse varisque semblent être les pulsations de la phase sudète, responsables des plissements des formations siluriennes à viséennes et des phénomènes de serrage avec écaillages et chevauchements (dislocation de Lalaye—Lubine) qui ont eu lieu à la fin de ces plissements. Le plutonisme dioritique et granodioritique paraît lié à cette grande période d'activité tectonique. Ensuite cette masse plissée et armée de granites a subi plusieurs phases de tectonique cassante dont certaines ont été accompagnées d'intrusions granitiques (granites de Natzwiller, d'Andlau et du Kagenfels). Enfin, la dislocation des formations volcaniques permienues du Nideck montre que la phase saaliennne a largement affecté les Vosges du Nord, par une tectonique cassante. Les principales failles saaliennes ont des directions N40° ou N110°E.

Tectonique des formations sédimentaires d'âge dévono-dinantien

Cette tectonique est essentiellement liée à l'orogénèse hercynienne. Les formations dévono-dinantiennes ont été affectées par une ou deux phases de déformations souples (plissements), puis par les effets d'une tectonique cassante.

— Au Sud de la Bruche, les formations schisteuses du Givétien ont subi deux phases de plissement. Les plis de la première phase ont des axes d'orientation N150° à N160°E ; ceux de la seconde des axes d'orientation N50°E.

— Au Nord de la Bruche, le synclinal de Wisches a fait l'objet de quelques observations tectoniques (J.-G. Blanalt et F. Lillié, 1970).

La partie nord de ce pseudo-synclinal a une structure monoclinale relativement peu tectonisée, à pendages de l'ordre de 45°, dirigés vers l'E.SE, et découpée par des failles dont l'orientation moyenne est N110°E.

Dans la partie sud, pauvre en affleurements, le pendage moyen (36°) est dirigé vers le Nord-Est : les failles principales sont orientées N50° à N75°E.

La partie centrale, occupée par des formations principalement schisteuses, a été affectée par un serrage intense.

— Dans l'ensemble, les failles sont relativement nombreuses et découpent le terrain en nombreux compartiments typiques d'un champ de fractures. La plupart des failles sont plus ou moins verticales. Leur rejet est souvent important, de l'ordre d'une centaine de mètres. Plusieurs observations conduisent à envisager l'existence de failles à rejet horizontal, en particulier dans la partie N.NE du domaine considéré, à proximité de la vallée du Netzenbach (décochement de type dextre, d'orientation N85° à N125°E. L'orientation est—ouest puis NW—SE de cette vallée semble liée à ces dernières.

Dans les parties marginales du pseudo-synclinal, deux schistosités ont été observées : l'une orientée suivant la stratification, l'autre, secondaire, légèrement discordante sur la première. Dans la partie centrale du pseudo-synclinal, la stratification peut présenter toutes les orientations possibles par rapport à la schistosité, ce qui indique un plissement synschisteux.

L'essentiel de cette tectonique est d'âge hercynien et est plus précisément lié aux phases sudètes. En l'absence d'analyses structurales très détaillées, l'ampleur de la phase bretonne ne peut être encore précisée. La brèche de J. de Lapparent et des variations importantes dans les caractères sédimentologiques des formations du Dévonien supérieur sont les témoins d'une certaine activité orogénique postérieure au Frasnien et sans doute antérieure au Viséen.

TECTONIQUE POST-TRIASIQUE

Le bassin permien du Nideck est découpé en bandes sub-parallèles par un réseau de failles N30°E, subdivisées elles-mêmes par des failles secondaires d'orientations variables. A noter les failles N120°E formant la limite méridionale du bassin et les failles de direction rhénane (sub-méridienne) formant la limite orientale du bassin. Ces failles affectent la couverture de grès triasique du massif vosgien dans la partie centrale nord de la feuille. Au Nord-Est d'Oberhaslach, un faisceau de failles, de direction hercynienne, abaisse le massif vosgien par paliers vers le champ de fractures.

Au Nord de la Bruche, le champ de fractures permet de reconnaître la superposition de deux éléments structuraux :

— l'alignement en direction hercynienne des affleurements faisant apparaître un axe d'effondrement maximum, le fossé de Balbronn, jalonné par les affleurements de Marnes irisées à Niederhaslach et, autour de Balbronn, de Dogger et de conglomérats latorfiens du Scharrachberg ;

— le découpage de ces affleurements en une mosaïque compliquée de compartiments par des faisceaux de failles divergentes où la direction rhénane domine dans la partie orientale du champ de fractures et dans les collines au Nord de la vallée de la Bruche. Au Nord de ces collines, les failles rhénanes sont en partie relayées par des cassures divergentes dont la plupart s'orientent dans la direction générale du fossé de Balbronn.

Une coupe transversale NW—SE à travers le champ de fractures allant du centre nord de la feuille à la colline de Mutzig montre l'affaissement en gradins successifs du massif vosgien vers le fossé de Balbronn et le relèvement des compartiments vers la colline de Mutzig à soubassement gréseux.

En réalité, la structure est compliquée d'une part par le fait que les compartiments ne sont pas rigoureusement monoclinaux, mais légèrement déformés. C'est le cas pour les compartiments où affleurent les terrains marneux du Trias moyen et du Trias supérieur.

De sorte que sans qu'il soit nécessaire de parler d'anticlinaux et de synclinaux, termes impliquant une déformation souple par intervention de forces horizontales, il est préférable de remplacer les termes de fossés et de horsts par ceux de cuvettes et de dômes. D'autre part, un certain nombre de cuvettes et de dômes se relaient sur la coupe transversale NW—SE passant par Flexbourg où il est possible de distinguer : la faille d'Oberhaslach, la cuvette d'Oberhaslach, le dôme du Kastelberg, la cuvette du Westerbach, le dôme de Balbronn, la cuvette de Balbronn, le dôme de Still, la cuvette de Bergbieten, le dôme de Dinsheim, la cuvette de Dangolsheim, le dôme de la Felsburg, la cuvette de Kaltenbronnen, le dôme de la colline de Molsheim.

Une coupe en direction SW—NE le long du fossé de Balbronn montre que l'affaissement qui, d'une façon générale, s'accuse du Sud-Ouest au Nord-Est, n'est pas régulier. C'est au contact même de la faille vosgienne que l'on note un affaissement important souligné par la juxtaposition Permien—Calcaire coquillier au Nord-Ouest d'Oberhaslach et par le contact Grès vosgien—Marnes irisées au Sud-Ouest de cette localité. Plus au Nord-Est, les structures sont cachées sous les importantes nappes de piedmont, largement étalées sur le soubassement marneux, soit des Marnes bariolées, soit des Marnes irisées. Un relèvement sub-méridien, se projetant de Heiligenberg en direction N.NE, fait affleurer le calcaire coquillier. Plus au Nord-Est, entre Balbronn,

Flexbourg, Bergbieten et Traenheim, s'étale le fossé à remplissage de Marnes irisées. Le cours de la Mossig à Irmstett est jalonné par une importante faille de direction W.SW—E.NE abaissant le Dogger et les conglomérats latorfiens contre les Marnes irisées.

Enfin, la faille rhénane, de direction sub-méridienne, passe en limite septentrionale de Dahlenheim, décrochée de l'Est vers l'Ouest à la hauteur de Wolxheim, ensuite en direction de Molsheim.

Tandis qu'entre Wolxheim et Ergersheim le rejet des couches de Niederroedern contre le Bajocien est de l'ordre de 400 à 500 m, à la hauteur de Molsheim où le contact du Tertiaire supérieur (Pliocène sans doute) se fait contre le Trias moyen, le rejet est de l'ordre de 1 000 mètres. Toutefois, il ne saurait être établi avec précision tant que l'on ne disposera pas de renseignements précis que seuls des sondages profonds peuvent fournir.

La présence des chenaux de remplissage maximum des alluvions plio-quaternaires au Sud de Molsheim montre l'existence d'une zone d'affaissement maximum du fossé rhénan au Sud de la vallée de la Bruche.

Au Sud de la Bruche. Le champ de fractures largement étalé au Sud de la Bruche, se resserrant en coin vers le bord méridional du territoire de la feuille, est formé d'un certain nombre de compartiments basculés en touches de piano et progressivement décalés vers le Sud au fur et à mesure qu'on se déplace de l'Ouest vers l'Est.

Accrochés au Dévono-Dinantien de la Bruche et au massif granitique du Champ-du-Feu, ce sont les replats de Grès vosgien du plateau de Guirbaden, se prolongeant au Sud au Heidenkopf. Plus au Sud, le massif du mont Sainte-Odile apparaît en coin bousculé vers le Nord-Ouest.

Sur une coupe transversale W.NW—E.SE allant de Kagenfels au couvent Sainte-Odile, les compartiments monoclinaux s'abaissent vers un axe effondré sub-méridien suivant le vallon du Herzthal.

A la latitude des châteaux d'Ottrott, comme aussi à celle du Heidenkopf, les compartiments monoclinaux de Grès vosgiens s'abaissent progressivement vers l'Est.

La faille vosgienne formant la limite occidentale de cet ensemble perd peu à peu de son importance. Elle est relayée au point de vue morphologique par la faille de Saint-Nabor qui, plus au Sud, se prolonge dans la faille du Moenkhalb, faille soulignée par une brèche de faille au Sud et au Nord du Truttenhausen et qui, plus au Nord, à la hauteur d'Ottrott, se subdivise en éventail dont la branche est limite les replats de Grès bigarré du Steinwald, de l'Eichwald et de la forêt de Gresswiller.

Ces replats de Grès bigarré sont séparés de ceux du Grès vosgien par un étroit fossé tectonique s'alignant de Klingenthal à Mollkirch et jalonné par des affleurements de Marnes bariolées et de Calcaire coquillier.

Cette dernière formation, qui affleure à Ottrott-le-Haut, s'étale au Nord de Boersch, plus largement au Nord de Rosenwiller et de Rosheim.

Lui faisant suite, à l'E.SE, on trouve une zone déprimée au soubassement formé de marnes du Trias supérieur et du Lias, dont les glacis largement étalés de Heiligenstein à Ottrott-le-Bas et Boersch y sont souvent masqués par les nappes de piedmont, mais que l'on voit affleurer plus au Nord sur les pentes ouest et nord du mont National et du Bischenberg.

Plus à l'Est encore, les calcaires du Dogger, couronnés des conglomérats latorfiens, forment des reliefs émoussés sur les replats de Heiligenstein et de Bernardswiller, plus accusés dans les collines du mont National et du Bischenberg.

La structure de ces régions est d'une complexité extrême. La présence du mont des Frères, pointement de calcaires bajociens recouverts de Bathonien, haché de failles, butte isolée au milieu de dépôts quaternaires, en est une preuve.

Les failles sont du type normal, à rejet conforme ou contraire. Nulle part des failles inverses ou des décollements n'ont été signalés. La mosaïque de compartiments limités

par des accidents de direction rhénane se superposant à des accidents de direction hercynienne ou armoricaine est extrême.

L'ensemble s'abaisse progressivement du Sud au Nord et plonge par une série de fossés et de horsts sub-méridiens vers le fossé rhénan, limité par la faille rhénane.

Le tracé de cette dernière est masqué par les dépôts quaternaires, loess et alluvions. Il a été marqué en tireté à l'Est de Bischoffsheim où il passe entre le Bajocien du mont des Frères et les chenaux à remplissage plio-quaternaire dépassant 80 m dans le récent sondage de recherche d'eau de cette ville. Le décrochement figuré à Obernai est justifié par les travaux de la piscine qui ont montré la présence de la zone fossilifère des Couches moyennes de Pechelbronn en contrebas du Complexe conglomératique inférieur d'âge latorrien.

La mise en place de ces structures s'échelonne sur une longue période.

Les failles ont commencé à se former dès avant le Lutétien, leurs déformations se sont accusées au cours de l'Oligocène, mais la période paroxysmale semble dater de la seconde moitié des temps tertiaires. Un important rajeunissement des reliefs eut lieu à l'orée du Quaternaire. Certains accidents ont joué au cours du Quaternaire. Car on ne saurait expliquer autrement la distribution des dépôts quaternaires, emboîtés par altitudes décroissantes à l'intérieur du massif vosgien et des champs de fractures, superposés par ordre d'âge au-delà de la faille rhénane.

Les sablières exploitées entre Bischoffsheim et Griesheim, ainsi que les sondages de recherche d'eau, ont montré la superposition des alluvions récentes non altérées aux alluvions anciennes de plus en plus altérées. Le dernier sondage en date, celui de Bischoffsheim, a recoupé en surface du loess et des alluvions non altérées, à partir de 11,3 m des alluvions peu altérées, à partir de 30 m des alluvions plus altérées, à partir de 48,3 m des alluvions très altérées. Il a été arrêté à 82 m sans avoir atteint le mur des alluvions. Tous les matériaux identifiés y sont d'origine vosgienne. Cinq intercalations limoneuses ont été repérées. Aucun blanchiment important n'a été relevé.

A la suite de N. Théobald (1955), la plupart des auteurs (Tricart, Vogt) admettent la tectonique quaternaire de cette partie du fossé rhénan. Sur la feuille Sélestat, Vogt estime le déplacement total à la hauteur du Champ-du-Feu comme étant de l'ordre de 500 à 700 mètres.

D'une façon générale, le mouvement s'est traduit par un relèvement dans le massif vosgien et le champ de fractures, par un affaissement à l'intérieur du fossé rhénan. Mais ces déformations n'ont pas été uniformes ; leur amplitude a été différente selon les compartiments tectoniques. Ainsi par exemple dans la plaine rhénane, les zones des rieds semblent être installées sur des compartiments où l'affaissement relatif a été plus important que dans les terroirs à couverture loessique qui les dominent par un léger relief.

DONNÉES GÉOPHYSIQUES

Le massif du Champ-du-Feu et la vallée de la Bruche ont été l'objet de mesures et d'études magnétiques relativement détaillées (A. Roche, 1970 ; G. Taktak, 1971 ; J.-P. Lauer et G. Taktak, 1971).

Une prospection magnétique aéroportée a été effectuée sur cette partie des Vosges et de l'Alsace (carte magnétique à 1/80 000 Strasbourg, G. Taktak, 1971). Les limites des anomalies magnétiques mises en évidence à basse altitude (600, 1 200 m) correspondent à la direction varisque, SW—NE, ou à la direction NW—SE (structures hercyniennes). Les terrains de couverture ayant un rôle négligeable à l'échelle considérée, il est ainsi possible d'ébaucher le prolongement des structures hercyniennes des Vosges du Nord sous le champ de fractures et la plaine d'Alsace. Par contre, sur la carte du champ total, à 3 000 m d'altitude, apparaît une orientation principale ouest—est. Cette orientation est probablement liée à des structures plus profondes constituées, au moins

en partie, de matériaux basiques fortement magnétiques (socle anté-hercynien ?). La forte aimantation des bandes granitiques du Champ-du-Feu pourrait être liée à leur contamination par ces matériaux basiques. Les granites circonscrits du Kagenfels, de Natzwiler et d'Andlau ont une susceptibilité magnétique et une radioactivité moyenne nettement distincte de celle des bandes granitiques du Champ-du-Feu ; leur origine est donc bien différente. Le contact métamorphique des schistes de Steige et des granites d'Andlau et du Hohwald correspond à une anomalie positive du champ magnétique terrestre de l'ordre de 1 000γ. (J.-P. Lauer et G. Taktak, 1971).

SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES

ÉROSION DES SOLS

Malgré des pentes souvent fortes, les terrains des versants vosgiens étaient jusqu'à une époque récente relativement stabilisés par une importante couverture végétale et des pratiques culturales anciennes, nourries d'une longue expérience locale, multipliant par exemple les terrasses pour tenir les terres. Les importantes modifications actuelles du milieu naturel : grands terrassements, déboisements, coupes à blanc, etc. redonnent souvent une certaine force érosive aux eaux de ruissellement. Nul pays n'est à l'abri d'intempéries exceptionnelles capables de dévaster un pays, une région, ainsi qu'en témoigne l'exemple de l'orage survenu à Grendelbruch en 1774 (J. Vogt). A l'époque des aménagements d'ensemble, à l'échelle des communes ou des vallées, une bonne connaissance de la sensibilité des formations superficielles à l'action des eaux de ruissellement peut permettre de mettre au point des mesures préventives efficaces contre de telles catastrophes. Les versants de la vallée de la Bruche, pentus et largement couverts de formations superficielles meubles ainsi que ceux des collines sous-vosgiennes dénudées, sont particulièrement exposés à l'érosion des sols.

RAPPORTS DES SOLS ET DE LA VÉGÉTATION AVEC LES DIFFÉRENTES FORMATIONS GÉOLOGIQUES

Les sols

Les sols du territoire couvert par la feuille Molsheim n'ont pas encore été l'objet d'études d'ensemble.

Pour la partie vosgienne, en extrapolant les travaux de Ph. Duchaufour (1966), Duchaufour et Souchier (1966), Hétier (1968), Souchier (1971) et Guillet (1972), il est possible d'indiquer les principaux types de sols. D'un point de vue édaphique trois régions, bien calquées sur des ensembles géologiques, se différencient : le massif du Champ-du-Feu, les collines façonnées dans les formations dévono-dinantiennes et les Vosges gréseuses. Dans le massif du Champ-du-Feu, le caractère calco-alcalin de la plupart des granites et des diorites, riches en fer, s'oppose à l'évolution podzolique favorisée par les horizons humiques acides. Les sols bruns acides y apparaissent donc mieux représentés que les sols ocre podzoliques. Par contre, le granite acide, très pauvre en fer, du Kagenfels et surtout son manteau d'altération arénique sont fréquemment les roches-mères de sols podzoliques. Dans les chaumes du Champ-du-Feu R. Carbiener (1962) note également l'absence d'évolution vers la podzolisation malgré un contexte climatique favorable (sols silicatés humiques) et la présence de sols bruns oligotrophes acides à mull dans la Hêtraie montagnarde voisine.

Les collines façonnées dans les formations dévono-dinantiennes présentent toute une gamme de roches-mères : roches volcaniques basiques, roches volcaniques acides, grauwackes, schistes. Souchier et Duchaufour (1966) puis Hétier (1968) ont observé le processus d'andosolisation (libération massive de silice et d'alumine libre formant avec l'humus des complexes allophaniques) sur les roches volcaniques ; sols bruns

andosoliques sur diabases, rankers andosoliques sur kératophyres. Les schistes et grauwackes sont plutôt le domaine de sols bruns mésotrophes ou légèrement acides.

Dans les Vosges gréseuses, les formations du Permien et du Buntsandstein se répartissent en deux groupes :

— les grès arkosiques du Permien, les couches de S enones, les couches intermédiaires et les grès à *Voltzia*, plus ou moins argileux et leur couverture superficielle sablo-argileuse et à teneur sensible en minéraux ferro-magnésiens sont les roches-mères de sols bruns oligotrophes ou acides, selon l'altitude et l'exposition ;

— les grès vosgiens supérieurs et le conglomérat principal, à formations superficielles sableuses sont les roches-mères de sols ocre podzoliques et de sols podzoliques.

Dans les collines sous-vosgiennes, la gamme des sols est très étendue, en liaison avec la mosaïque des formations géologiques du champ de fractures. Les types de sols des collines gréseuses sont comparables à ceux des Vosges gréseuses. Les grès vosgiens supérieurs s'opposent de la même manière aux couches intermédiaires et aux grès à *Voltzia*. Le climat plus chaud et plus sec a favoris e le développement du Pin sylvestre, facteur d'évolution podzolique. Sous la Chênaie-Charmaie, par contre, on peut observer, surtout à basse altitude, des sols bruns plus ou moins lessiv es. Les formations gréso-dolomitiques du grès coquillier sont fréquemment les roches-mères de sols bruns oligotrophes. Les formations marneuses et argileuses du Muschelkalk inférieur, du Muschelkalk moyen sont les roches-mères de sols bruns divers sur les versants et de sols hydromorphes à pseudo-gley dans les dépressions ou les aires plates. Les argiles du Keuper (Keuper inférieur surtout) peuvent être les roches-mères de p elosols. Enfin sur les collines constituées par les calcaires du Muschelkalk supérieur et du Bajocien ou le conglomérat oligocène, on observe fréquemment des sols bruns calcaires et des rendzines avec leurs végétations caractéristiques. Le pied des collines est souvent le domaine de sols peu  volu es d'apport colluvial, tandis que sur les colluvions et formations de solifluxion anciennes, les sols bruns plus ou moins lessiv es ont pu se former.

Dans la plaine alluviale, les sols sont largement modifi es par les pratiques culturelles. Il est cependant possible de distinguer deux grands types de sols :

— les sols bruns plus ou moins lessiv es sur l ess (lehms). Le lessivage est généralement plus marqu e sur les l ess anciens. Sur les hauts de versant, le lehm est parfois  rod e et des l ess non d ecalci es affleurent. Selon l'ancienneté de l'érosion, ces surfaces découvertes sont le domaine de sols peu  volu es ou de sols bruns calcaires ;

— les sols alluviaux hydromorphes dans les fonds de vallées. Des formations tourbeuses ne sont connues que dans l'angle sud-est de la feuille.

Végétation.

Dans le massif vosgien, le climat et l'altitude, par la lenteur de décomposition de l'humus forestier, contribuent, au même titre que les roches-mères, principalement granitiques et gréseuses, à la formation de sols acides et à la tendance à l'évolution podzolique. La Hêtraie-Sapinière, forêt climacique de l'étage montagnard vosgien, s'accommode de ces sols.

Dans le massif du Champ-du-Feu, l'association végétale typique sur sol brun acide, la Hêtraie-Sapinière   *Festuca silvatica* est la mieux représentée avec les plantes compagnes *Asperula odorata*, *Hepatica triloba*, *Rumex arifolius*, *Luzula albida*, *L. maxima*, *Senecio fuchsii*, *Sambucus racemosus* et *Lonicera nigra* (dans le vallon de la Serva). Le développement de *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris* et surtout *Deschampsia flexuosa* doit marquer la tendance à la podzolisation. *Millium effusum*, par contre, est généralement associ e à des sols bruns oligotrophes acides. Les Framboisiers envahissent les bords des chemins et les coupes à blanc. Dans les vallons, la présence d'*Acer pseudoplatanus* traduit une acidité moindre du sol, en relation avec les apports colluviaux.

En altitude, la sylviculture a souvent favorisé le développement du Sapin (*Abietum pur*) avec une flore compagne plus pauvre que celle de la Hêtraie-Sapinière où l'on remarque *Galium rotundifolium* (limite nord dans les Vosges). A l'étagé supérieur de la forêt, la Hêtraie montagnarde à Hêtres buissonneux, tordus par le vent, est peu représentée. L'association végétale des hautes chaumes, si typiques sur la crête du Hohneck, est encore représentée au sommet du Champ-du-Feu et sur la croupe du Narion (dans les Vosges gréseuses). Ici c'est une association à *Festuca rubra* et *Aira caespitosa* où *Nardus stricta* n'est plus prédominant. Les espèces montagnardes, d'affinités pyrénéennes (G. Ochsenbein, 1965) : *Leontodon pyrenaicus*, *Viola lutea* et *Meum athamanticum* sont encore présentes avec *Arnica montana*, *Galium saxatile*, *Genista pilosa* et *G. sagittalis*, *Vaccinium myrtillus* et *V. vitis-idaea* (Airelle).

Sur les formations dévono-dinantiennes de la haute vallée de la Bruche, la végétation est moins caractéristique. L'altitude modérée et les sols bruns conviennent aux Chênes, mais ceux-ci sont le plus souvent remplacés par divers résineux.

Les Vosges gréseuses du territoire couvert par la feuille Molsheim, relativement élevées, sont le domaine de la Hêtraie-Sapinière. L'extension des sous-associations à *Festuca silvatica* et à *Deschampsia flexuosa* correspond dans l'ensemble à celle des sols bruns acides et des sols podzoliques. Sur les versants sud, secs, en raison des difficultés de régénération naturelle du Sapin, on a substitué à la forêt climacique des plantations de Pin sylvestre, d'Épicéa et plus récemment de *Pseudo-Tsuga douglasii*. Le Douglas a l'avantage de ne pas favoriser l'évolution podzolique.

La classique excursion géologique à la cascade du Nideck (formations rhyolitiques du Permien) peut être complétée par l'observation d'un couvert végétal intéressant. L'association végétale des fonds de vallons vosgiens, généralement sur sols bruns mésothrophes acides, à *Acer pseudoplatanus* et *Ulmus scabra* est ici bien représentée avec *Tilia platyphyllos*, *Acer platanoïdes*, *Bromus asper*, *Carex maxima*, *Atropa belladonna*, *Adenostyles albitrons*, *Cynoglossum germanicum*, *Leucoïum vernum*, *Lunaria rediviva*, *Aspidium lobatum* et *Osmunda regalis*. En examinant les parois rocheuses de la coulée principale, on remarquera des lfs. C'est la seule station naturelle de cette espèce, vraisemblablement éliminée par l'homme, dans les Vosges gréseuses. Les rochers ensoleillés sont recouverts par une pelouse plus ou moins dense à *Festuca duriuscula*, *Melica transylvanica*, *Arabis arenosa*, *Biscutella laevigata* et *Sedum annuum*.

Dans le champ de fractures, on distingue trois principaux types de paysages : les contreforts boisés des Vosges, sur les grès du Buntsandstein, des aires déprimées ou à relief peu accusé, couvertes de prairies, sur les marnes et argiles du Muschelkalk et du Keuper et des collines escarpées liées aux affleurements de calcaires du Muschelkalk supérieur, du Jurassique et des conglomérats oligocènes.

Les contreforts boisés des Vosges sont le domaine de la forêt à *Quercus petraea* et *Carpinus betulus* avec en sous-bois : *Potentilla micrantha*, *Daphne mezereum*, *Genista pilosa*, *G. germanica* et sur les rochers *G. sagittalis*. A proximité des vignobles, une partie de ces forêts a été convertie en Châtaigneraies (échalas). Dans les parties sèches à sols podzoliques fréquents, le Pin sylvestre a souvent été introduit. Les rares pelouses silicicoles et les rochers sont couverts par une association à *Festuca duriuscula*, *Melica transylvanica* et *Arabis arenosa*.

Les collines calcaires (*) au flanc desquelles s'accroche la Vigne sont couvertes, dans les parties impropres à la culture, par les formations caractéristiques du *Mesobrometum* et du *Xerobrometum*. L'introduction de la culture de la Vigne en Alsace a été relativement tardive (300 ap. J.-C.). La flore associée à la Vigne a pratiquement disparu avec l'utilisation d'hormones et de désherbants. La mosaïque complexe des formations géologiques et des sols n'a pas permis de définir une relation crus—formations

* Principales stations : mont National, Bischenberg, Rippberg, Dreispitz, collines entre Mutzig et Dangolsheim, Scharrach.

géologiques ; les dénominations des vins d'Alsace correspondent à des cépages et non à des terroirs. Le *Mesobrometum* est une pelouse assez sèche à *Bromus erectus* et *Brachypodium pinnatum* avec *Hippocrepis comosa*, *Anemone silvestris* et diverses Orchidées. Le *Xerobrometum* est une pelouse très sèche à *Bromus erectus* avec *Linum tenuifolium*, *Peucedanum cervaria* et des espèces exclusives de cette association en Alsace : *Peucedanum chabraei* et *Seseli montanum*. Ce milieu écologique permet à des plantes à caractère méridional, non représentées ailleurs en Alsace, de se maintenir ; ainsi, le Scharrach marque la limite maximale d'avancée vers le Nord de *Fumaria procumbens* et d'*Euphrasia lutea*. A côté de ces pelouses, quelques bois clairsemés à *Quercus pubescens* (limite nord au Dreispitz) meublent le paysage. Cette association comprend *Prunus mahaleb*, caractéristique des sols très calcaires, *Lithospermum purpureo-caeruleum*, *Gentiana cruciata*, *Himantoglossum hircinum* et un sous-bois de Graminées. Toutes les transitions existent entre cette association et celle à *Quercus petraea*, localisée dans les parties plus humides à sols plus profonds, avec *Carpinus betulus*, *Sorbus torminalis* et *Sorbus aria*.

La plaine, largement couverte de loess, est le domaine de la grande culture, assez variée, avec les traditionnels champs de Choux à choucroute. Dans la basse vallée de la Bruche la plupart des prairies à Fromental et *Hieracium pratense* ont été converties en cultures. La mare de Dachstein, *Caricacae* à *Pilularia pilulifera*, *Elatine alsinastrum* et *Peplis portula* pourrait être protégée. L'angle sud-est du territoire de la feuille recoupe la zone marécageuse très typique du Bruch d'Andlau. Sa flore est cependant moins riche que celle du ried illo-rhénan, en raison de son sol plus acide.

Dans les parcelles peu modifiées par l'action anthropique on peut encore observer des prairies humides à *Molinia coerulea* et *Schoenus nigricans* avec *Allium acutangulum* ; des *Mesobrometums* à *Bromus erectus* : avec *Senecio spathulæfolius*, *Galium boreale*, *Trifolium montanum* et *T. ochroleucum* et quelques mares à *Hottonia palustris*. Les bois sont l'*Ulmetum-Fraxinetum* (association de la forêt rhénane) à *Quercus pedunculata* avec *Carpinus betulus* dans les parties les moins humides et *Alnus glutinosa* et *Prunus padus* au contraire, dans les aires déprimées humides.

PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Paléolithique. Aucune industrie n'a été jusqu'à présent trouvée dans ce secteur. A signaler cependant de nombreux ossements fossiles (Hyène, Rhinocéros laineux, Cheval sauvage, grand Bovidé, Mammouth, association faunistique typique de la glaciation du Würm) entre Gresswiller et Hermolsheim.

Néolithique. Au Rubané et au Roessen, les terrains loessiques sont colonisés ainsi que les collines sous-vosgiennes, mais très timidement : stations de Dachstein, Bischoffsheim, Niedernai, Rosheim avec une statuette anthropomorphe rubanée. Le site de Sainte-Odile (Ottrott) est occupé au Néolithique final (Michelsberg).

Age de Bronze. Trouvailles rares : épées à Obernai et dans un tertre du Bannholz (Mollkirch). Occupation de sites de hauteur.

Age de Fer. Peu de sites bien fouillés : groupe de tumulus au Sud-Est de Dachstein et sépultures hallstattiennes à Bischoffsheim. Le mur païen de Sainte-Odile peut être daté de la fin du 1^{er} Age de Fer (500 ans av. J.-C.).

Epoque romaine. Le relief joue un grand rôle dans les implantations humaines : fermes isolées, hameaux indigènes dans le riche terroir du Kochersberg, villas plus importantes et *vici* le long des collines sous-vosgiennes. Importante officine de céramique sigillée à Heiligenberg—Dinsheim.

Epoque mérovingienne. Extrême densité de peuplement au sud de Marlenheim dans le Kochersberg (nécropoles de : Avolsheim, Molsheim, entre autres); occupation plus clairsemée le long des collines sous-vosgiennes (Ottrott—Sainte-Odile, Obernai, Rosheim).

DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Ces notes ont pour objet d'attirer l'attention des utilisateurs sur quelques particularités des principales formations géologiques représentées. Non exhaustives et non fondées sur des études spécialisées, elles ne doivent être utilisées qu'à titre indicatif. Etant donné la dispersion, plus ou moins grande, des affleurements qui ont permis de l'établir, la carte, à l'échelle de 1/50 000, ne peut fournir toutes les données géologiques précises de façon ponctuelle. A l'échelle du chantier elle donne un canevas, avec un inventaire aussi exhaustif que possible des différentes formations géologiques, qui doit être précisé par des sondages avant tous travaux importants. Elle permet, en particulier, une meilleure implantation et une meilleure interprétation des forages de reconnaissance.

D'un point de vue géotechnique, la feuille Molsheim couvre trois domaines bien différenciés : un domaine vosgien, très étendu, des collines sous-vosgiennes et une partie de la plaine d'Alsace.

Le domaine vosgien comprend trois parties bien distinctes : le massif du Champ-du-Feu, granitique, la moyenne vallée de la Bruche, modelée, pour l'essentiel, dans des formations d'âge dévono-dinantien et une partie des Vosges gréseuses.

Le massif du Champ-du-Feu. Sous un angle géotechnique les caractères de ce massif sont ceux des régions granitiques anciennes d'Europe occidentale avec une couverture d'arène plus ou moins épaisse et des zones broyées avec venues d'eau. La limite *bed-rock*—arène est généralement très irrégulière avec des poches sableuses et des chicots rocheux distants de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. A l'exception de celles qui se sont formées aux dépens du granite du Kagenfels, les arènes du Champ-du-Feu comprennent généralement une fraction argileuse relativement abondante. Elles contiennent des blocs particulièrement nombreux au-dessus des granites porphyroïdes et des granites à grain grossier. Le contact *bed-rock*—arène peut être une limite verticale et la roche elle-même n'est pas toujours saine : mise à nu, elle peut être très sensible à l'action du gel. Sur les versants, les arènes sont généralement solifluées. En bas de versant, ces formations de solifluxion sont généralement enrichies en argile et hydromorphes.

Dans les zones minéralisées, les réseaux des anciennes galeries de mine sont souvent mal connus, voire totalement méconnus.

Les formations dévono-dinantiennes de la vallée de la Bruche offrent une gamme de problèmes géotechniques plus complexes et plus variés que le massif du Champ-du-Feu. Le litage et la schistosité des formations sédimentaires introduisent un facteur d'hétérogénéité supplémentaire. En raison de la valeur souvent élevée des pendages, la surface topographique et les terrassements recoupent fréquemment des bancs de lithologie variée, ce qui donne une hétérogénéité des terrains à maille très dense. Lorsque le litage est plus ou moins parallèle à la pente, les terrains de recouvrement sont très instables. Les failles mettent souvent en contact des terrains de propriétés mécaniques très différentes. Les formations dévono-dinantiennes sont généralement recouvertes de formations superficielles limono-argileuses, plus ou moins riches en cailloux et en blocs, souvent humides, surtout en bas de versant.

Les Vosges gréseuses. Ce domaine comprend essentiellement les grès vosgiens et les formations volcaniques et sédimentaires permienes du Nideck. Les grès vosgiens sont constitués de bancs compacts, de bancs friables et de lentilles argileuses, disposés de façon irrégulière.

Ils sont souvent fragmentés par des failles et des diaclases et généralement disloqués en surface. Les pentes naturelles sont fortes et comprennent des escarpements rocheux, parfois en encorbellement, des éboulis et des formations superficielles riches en blocs. Celles-ci ont une matrice généralement sableuse mais parfois sablo-argileuse avec venues d'eau quasi générales ; cette couverture superficielle a une épaisseur moyenne de l'ordre de 3 mètres ; elle est très sensible à l'action des eaux de ruissellement. Les grès vosgiens sont sensibles au gel. Plus ou moins stabilisés par leur couverture forestière, les versants des Vosges gréseuses posent fréquemment des problèmes de stabilité à la suite de terrassements importants, surtout à la base de la formation où la nappe aquifère des grès vosgiens entretient une humidité permanente, avec de nombreux émissaires. Les formations permienues, armées par les puissantes « coulées » volcaniques du Nideck donnent une morphologie un peu différente avec des replats et des versants très raides à grands escarpements. Les formations superficielles sont moins régulièrement développées que sur les grès vosgiens et souvent riches en pierrailles.

Les collines sous-vosgiennes forment à la latitude de la feuille une large bande de terrains qui s'élargit du Sud vers le Nord, de Heiligenstein à Westhoffen. Elles sont constituées par une mosaïque de terrains très variés formant au sens géotechnique une large gamme allant des argiles peu consistantes aux marnes compactes, aux grès et aux calcaires massifs. Ces formations sont plus ou moins largement recouvertes par des formations superficielles. Le premier caractère de cette région est donc son hétérogénéité, en particulier sur le plan des propriétés mécaniques des terrains. La carte donne une idée de la structure géologique complexe de ce « champ de fractures ». Les compartiments sont sub-horizontaux ou inclinés soit en direction de la plaine rhénane, soit en direction du massif vosgien. Ce cloisonnement rend très difficile les prévisions concernant les nappes aquifères et les circulations d'eau. Localement, ces nappes peuvent être en charge. Des études précises sont donc nécessaires avant tout terrassement ou toute fondation importante. L'existence de lentilles de gypse ou de cavités liées à leur dissolution ou leur exploitation, dans les formations argileuses du Keuper et du Muschelkalk moyen doit être rappelée. Les affleurements calcaires, malgré leur exiguïté peuvent contenir des bancs massifs ou des cavités karstiques, gênantes pour les fondations. Ils sont généralement très diaclasés. La couverture de formations superficielles est également très variée et son hétérogénéité n'est pas calquée sur la mosaïque des terrains d'âge secondaire et tertiaire sous-jacents. Parmi les mêmes types de formations quaternaires, les plus anciennes sont généralement les plus riches en argile. L'épaisseur des formations superficielles est variable, mais généralement inférieure à 10 mètres. Il est donc le plus souvent nécessaire de tenir compte des propriétés mécaniques des terrains sous-jacents.

La plaine d'Alsace est le domaine des lœss et des alluvions. Dans les classifications géotechniques selon des critères de plasticité, les lœss correspondent à des argiles peu plastiques. Ils sont sensibles au gel, aux variations de teneur en eau et sont très rapidement affouillés par ravinement. Leur résistance mécanique est faible et ils peuvent être à l'origine de tassements. Une protection efficace contre les animaux fouisseurs peut être utile. Par contre, ils sont relativement homogènes. Secs, les lœss présentent une certaine cohésion, mais il est cependant nécessaire d'adopter des talus à faible pente pour les terrassements importants, surtout s'ils restent longtemps à découvert. Dans ce cas, leur bonne tenue n'est assurée que par une couverture végétale empêchant tout ravinement. Remaniés, les lœss ont de moins bonnes propriétés mécaniques surtout lorsqu'ils sont hydromorphes.

Parmi les alluvions, il faut distinguer les alluvions anciennes, sablo-graveleuses, et les alluvions récentes, plus fines et souvent baignées en surface par les nappes aquifères des fonds de vallées. Les alluvions anciennes, lorsqu'elles sont homogènes, constituent des assises de fondation relativement bonnes. Il peut être utile de drainer ou de décapier les

lentilles ou bancs de limons, intercalés dans les alluvions, qui peuvent retenir une nappe aquifère temporaire.

Souvent très sableuses, les alluvions anciennes de la Bruche sont sensibles aux affouillements par les eaux de ruissellement. Les alluvions récentes, généralement fines, sablo-argilo-limoneuses sont hydromorphes et très compressibles. Elles constituent le plus souvent de très mauvaises assises de fondation. Aucune formation de tourbe importante n'a été reconnue dans ces alluvions.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

L'alimentation en eau des collectivités et des industries situées dans le périmètre de la feuille Molsheim est assurée à partir des ressources disponibles dans trois aquifères principaux :

- les formations primaires et cristallines de la partie sud-ouest qui fournissent de nombreuses émergences de nappes locales ;
- les formations gréseuses du Trias inférieur exploitées par captage de sources et forages dans la nappe ;
- les dépôts alluvionnaires de la plaine en bordure est de la feuille exploités activement par des forages.

Les agglomérations de la moitié ouest de la feuille sont alimentées par des sources et quelques prises d'eau en terrain granitique. Dans la partie est certaines collectivités ont renforcé leur alimentation (anciennement assurée par des sources) en exécutant des forages dans les formations gréseuses (Ottrott, Heiligenberg) ou dans les alluvions de la plaine (Bischoffsheim, Obernai). Le Syndicat Molsheim—Mutzig et environs, par contre, est uniquement alimenté par des forages : les cinq premiers réalisés dans les formations gréseuses du Trias inférieur, les quatre plus récents sollicitant les dépôts alluvionnaires. Les agglomérations en bordure nord-est de la feuille sont alimentées par les forages au Grès vosgien du Kronthal (feuille Saverne), celles du coin sud-est par des forages dans les alluvions rhénanes (feuille Strasbourg).

Formations primaires et cristallines.

Les ressources disponibles dans ces formations sont uniquement constituées par des émergences de nappes locales très réduites et disséminées sur l'ensemble de la zone d'affleurements. Elles sont en général conditionnées par le degré d'altération et de fracturation de la roche permettant l'infiltration d'une partie des précipitations, la constitution d'une certaine réserve et un écoulement préférentiel vers un captage. L'importance de la source dépend principalement de l'épaisseur de la zone altérée au-dessus de la roche saine pratiquement imperméable. Plusieurs émergences apparaissent fréquemment dans un même secteur, leurs débits sont modestes, rarement supérieurs à 2 l/sec et soumis à des variations saisonnières.

Plusieurs captages groupés, de faible débit chacun, alimentent des communes parfois très éloignées ; ainsi les eaux de six sources du secteur du Rossberg sont acheminées sur Bischoffsheim situé à 12 km à l'Est, celles de six captages du Mullerplatz sur Grendelbruch à 5 km au Nord.

— Les eaux issues des terrains cristallins sont en général d'une dureté inférieure à 5°F, d'un pH entre 5,5 et 7 ; elles sont très peu minéralisées (résidu sec inférieur à 50 mg/l, résistivités supérieures à 20 000 ohms. cm) : elles contiennent fréquemment de 8 à 12 mg/l de CO₂ agressif.

— Celles issues de terrains primaires sont en général plus minéralisées ; ainsi celles captées dans les schistes grauwackeux pour la commune de Russ ont un pH de 7,5, une

dureté de 8°F, la résistivité se situant entre 6 450 et 6 710 ohms. cm. Quelques petites sources captées dans les formations permienes fournissent une eau de dureté comprise entre 8 et 12°F.

Formations gréseuses du Trias inférieur.

Les importantes épaisseurs de recouvrement gréseux sur de grandes surfaces dans la partie nord-ouest et au centre de la feuille permettent l'infiltration d'une partie des eaux météoriques et la constitution de ressources appréciables, exploitées par captage de sources et par des forages.

Sources. Elles sont réparties sur l'ensemble des affleurements gréseux mais sont d'importance variable suivant leur situation :

- les sources perchées, généralement de faible débit, apparaissent fréquemment à flanc de colline à la faveur des diaclases ou d'interstratifications peu perméables ;
- les sources de fond de vallées dans les niveaux inférieurs ou à la base du Grès vosgien constituent des exutoires de nappes plus importantes à la faveur d'entailles topographiques.

L'alimentation en eau potable d'une partie des collectivités se fait à partir de ces émergences dont les débits peuvent dépasser 5 l/s avec des variations saisonnières relativement faibles. Ainsi la ville d'Obernai capte une série de six sources dans la haute vallée de l'Ehn dont la plus importante a un débit de 7 l/s.

Les caractéristiques chimiques des eaux des sources du Trias inférieur sont voisines de celles des terrains cristallins : très peu minéralisées, résidu sec inférieur à 50 mg/l, dureté inférieure à 3°F, pH entre 6 et 7, résistivité très élevée de l'ordre de 25 000 ohms. cm, présence de CO₂ agressif et parfois un taux de fer à la limite des teneurs admises.

Forages. Les formations gréseuses sont exploitées à différents niveaux par une vingtaine de forages dont les principaux sont situés dans le secteur Mutzig—Molsheim en contrebas de la zone de recouvrement de Muschelkalk.

Parmi ces forages, ceux du syndicat de Molsheim (3-3, 3-4, et 4-58 à 61) d'une profondeur variant entre 60 et 100 m captent la nappe du Grès bigarré et se trouvent arrêtés au toit du Grès vosgien ; ceux de la brasserie de Mutzig (3-7 et 3-8) sollicitent uniquement l'aquifère du Grès vosgien.

Le rendement des ouvrages, dû principalement au degré de fissuration de la roche, est variable ; ainsi ceux du syndicat de Molsheim fournissent un débit de 40 à 100 m³/h pour un rabattement d'une dizaine de mètres ; le plus récent de la brasserie de Mutzig (3-8) profond de 150 m dans le Grès vosgien compact ne débite que 40 m³/h pour un rabattement de 60 m alors que l'ancien ouvrage foré à 100 m de profondeur à proximité d'une faille fournit 90 m³/h pour un rabattement d'une quinzaine de mètres.

Les caractéristiques chimiques des eaux pompées dans le secteur Mutzig—Molsheim sont nettement différentes de celles des sources issues des massifs gréseux : pH légèrement supérieur à 7, dureté entre 20 et 30°F, résidu sec de l'ordre de 300 mg/l. On attribue cette minéralisation relativement importante aux assises du Muschelkalk affleurant dans le secteur.

D'autres forages réalisés à proximité des massifs gréseux sans recouvrement calcaire fournissent une eau à caractéristiques chimiques proches de celles des sources. Ainsi, à celui de Heiligenberg-Gare (3-20), on note une dureté de 4,2°F, un pH de 6,3 ; l'eau du forage récent d'Ottrott, qui traverse la base des grès jusqu'au granite, a une dureté de 6,15°F, un pH de 6,85.

On peut estimer que, dans tout le secteur central de la feuille, il devrait être possible d'exploiter plus intensivement les ressources des formations gréseuses par des forages judicieusement implantés, susceptibles de fournir une cinquantaine de mètres cubes à l'heure d'eau de bonne qualité par ouvrage.

Dépôts alluvionnaires de la plaine.

Le secteur alluvionnaire de la plaine est caractérisé par l'existence des deux vallées fossiles de la Bruche et de la Mossig, mises en évidence par les études géophysiques. Orientées vers le Sud, elles convergent au Sud de Griesheim pour ne former qu'un chenal unique qui s'élargit en s'approfondissant en direction sud-est.

Les alluvions déposées sur le substratum oligocène marneux contiennent une nappe importante activement sollicitée par des forages pour l'alimentation des collectivités et de la nouvelle brasserie de Kronenbourg.

L'écoulement de la nappe se fait en direction est en bordure des collines sous-vosgiennes, en direction sud-est au centre du chenal. L'épaisseur de l'aquifère augmente du Nord vers le Sud-Est et d'Ouest en Est pour atteindre près de 100 m au plus profond de la vallée fossile. L'alimentation de la nappe se fait par la Bruche, les apports des collines sous-vosgiennes et les précipitations filtrant à travers la couverture loessique.

Les transmissivités observées sont de l'ordre de 10^{-2} m²/s dans la partie nord et ouest de la formation aquifère et de 10^{-1} m²/s dans la partie sud-est du chenal.

Les deux forages de Griesheim (8-1 et 8-2) qui alimentent le syndicat de Molsheim captent la nappe sur toute sa puissance soit 60 m en 8-1 et 40 m en 8-2. Le premier, le plus méridional, qui atteint la nappe à 7 m de profondeur a permis un pompage à 195 m³/h pour un rabattement de 5,40 m ; le 8-2, plus en amont, atteint la nappe à 30 m et fournit 120 m³/h pour un rabattement de 11,50 mètres.

Les deux forages de la brasserie Kronenbourg (8-13 et 8-51) ne sollicitent que les 25 premiers mètres de l'aquifère dans la zone très perméable du Sud-Est. Des débits de 500 m³/h pour un rabattement inférieur à 5 m ont été obtenus aux essais, leur débit d'exploitation est de l'ordre de 250 m³/h. Un nouveau forage prévu pour solliciter la nappe sur une tranche plus importante en vue d'une exploitation à environ 500 m³/h est en cours de réalisation à l'Est des premiers ouvrages. Les caractéristiques chimiques de la nappe des dépôts alluvionnaires sont celles d'une eau relativement minéralisée et dure : le pH est proche de la neutralité 7 à 7,2, le résidu sec se situe entre 350 et 450 mg/l, la dureté varie entre 23,8°F, pour le forage 8-2 Griesheim, et 33,3°F, pour le forage de la brasserie 8-51.

Eaux minérales.

Des eaux de type chloruré-sodique d'origine profonde, en relation avec des failles du champ de fractures, sont connues à *Sultz-les-Bains* dans le secteur nord-est de la feuille où deux captages sont actuellement exploités :

La source Saint-Armand captée par un forage de 10 m de profondeur dans les couches intermédiaires du Grès bigarré se situe sur une faille qui favorise la remontée des eaux provenant du Grès vosgien. L'eau émerge à 17 °C, à un débit variant entre 0,40 et 0,70 l/s.

La source Renata à 180 m au Sud de la précédente est captée par un forage de 21 m de profondeur et exploitée par pompage à une température de 12,2 °C.

Les eaux des deux sources sont de même faciès chimique mais présentent des différences de minéralisation comme le montre le tableau ci-dessous :

		Saint-Armand	Renata
Résidu sec	mg/l	3.900	2.400
Ca	"	216	139
Na	"	1.310	900
Fe	"	1,6	0,2
Cl	"	1.750	980
SO ₄	"	490	300

Les eaux de la source Renata sont un mélange variable, suivant les débits pompés, d'eau météorique récente et d'eau provenant de circulations profondes. Les deux sources sont riches en iode : 2 mg/l, en brome : 5 mg/l, en arsenic : 0,35 mg/l, et en fluor : 3 mg/l.

SUBSTANCES MINÉRALES NON MÉTALLIQUES

Situé à cheval sur les Vosges cristallines, les Vosges gréseuses, les collines sous-vosgiennes et le fossé rhénan, le territoire de la feuille Molsheim comprend des matériaux variés. Non exhaustive, cette revue rapide cite les principales exploitations artisanales anciennes, les extractions actuelles et donne quelques indications sur des matériaux non utilisés mais susceptibles d'être l'objet de recherches.

Pierres marbrières, granits

Seuls le massif du Champ-du-Feu et le massif paléovolcanique dévonien de Schirmeck sont susceptibles de renfermer ces types de matériaux. Les granites du Champ-du-Feu sont plus ou moins porphyroïdes et plus ou moins sombres. Le granite à enclave de Waldersbach est très hétérogène. Les enclaves de *nadel-diorit* ont généralement une extension limitée. Si cette belle roche, à aiguilles d'amphibole, correspondait à un matériau demandé, une prospection de gisement pourrait être envisagée. Les autres diorites ont un aspect plus banal. Les faciès de bordure du granite du Kagenfels sont parfois complètement blancs. Parmi les roches paléovolcaniques du dévonien prédominent des faciès fins plus ou moins aphanitiques gris à verdâtres (spilites et diabases) ou rouges (kératophyres). Toutes ces roches, granites, diorites et faciès paléovolcaniques, sont plus ou moins profondément altérées, fragmentées (gélifraction, cataclase) et sont fréquemment recoupées par des filons ou des veines de mylonites. Les roches sombres : granodiorites, diorites, spilites et diabases sont les plus profondément altérées. Un peu au Sud du périmètre de la feuille, le granite d'Andlau ($p\gamma^{3-4}$) a été exploité (bordures de trottoir, digues et épis du Rhin) jusqu'en 1959. Dans les Vosges cristallines, toute recherche de gisement doit faire l'objet d'une campagne de reconnaissance très fine.

Les petites lentilles de calcaire récifal du Givétien ont été jadis utilisées à des fins décoratives (*marbre de Russ*).

Pierres de construction.

Une bonne partie des affleurements de *grès à meule* (t_{2c}), de *grès coquillier* (t_{3a}), de Muschelkalk supérieur (t_{5a}, t_{5b} ; Ottrott), de calcaire à Gryphées (l₁₋₃ ; Saint-Nabor) et de Grande oolithe (j_{1c} ; Dahlenheim, Bischoffsheim) ont été l'objet d'extractions. Le *grès à meule* était le matériau le plus exploité sur le plan régional. A Sultz-les-Bains, le *grès à meule* et les *grès coquilliers* de la carrière royale ont été utilisés dans la construction des fortifications de Strasbourg, par Vauban, et de nombreux monuments. En raison de la faible importance des gisements et des contraintes variées, la plupart de ces exploitations sont aujourd'hui abandonnées. Les grès vosgiens sont taillés à Klingenthal en dalles et pierres de bordures, pour des usages divers. Les grès de Champenay (Permien), exploités près de cette localité (feuille Saint-Dié), n'existent dans le cadre de la feuille que dans le bassin du Nideck.

Matériaux de viabilité

Sables et graviers. Les alluvions de la Bruche ont été largement exploitées, de Dorlisheim à Bischoffsheim. Elles contiennent beaucoup plus de sables que de graviers. Provenant de la désagrégation des grès vosgiens, ces sables sont colorés en rouge par des oxydes de fer. Dans la plaine d'Alsace, les alluvions de la Bruche sont plus ou moins recouvertes de lœss et contiennent des lentilles ou des bancs de limons épais de plusieurs décimètres. Plusieurs gravières étaient ouvertes dans ces alluvions en 1975.

Dans le massif du Champ-du-Feu, les arènes granitiques sont plus ou moins argileuses, à l'exception de celles qui se sont formées aux dépens du granite du Kagenfels. Celles-ci sont relativement peu épaisses. Les arènes des granites porphyroïdes et des granites à grain grossier contiennent souvent de nombreux blocs.

Matériaux durs. Les tufs volcaniques, grauwackes et arkoses du Dévonien sont exploités à une échelle industrielle dans les grandes carrières de Boersch—Saint-Nabor et à Hersbach (carrière Douvier, carrière Wenger et Petit). Il sont principalement utilisés comme ballast et matériaux de viabilité (tout-venant et calibrages divers). Toute recherche de gisement dans les formations dévoniennes devra tenir compte de l'existence possible de matériaux fins, schisteux en intercalation dans les grauwackes et les arkoses (vallée de la Bruche) et de la tectonique complexe. A proximité des granites du Champ-du-Feu, les roches sont souvent durcies par métamorphismes (cornéennes) mais elles sont également pénétrées de nombreux filons de microgranites, diorites, lamprophyres et roches sub-volcaniques. Les kératophyres, spilites et diabases non altérés sont également une source possible de matériaux durs.

Matières premières industrielles

Carbonate de chaux. La Grande Oolithe (j1c) est exploitée à Bischoffsheim, t5b à Dahlenheim comme pierre à chaux. Les ressources en carbonate de chaux (j1c, t5a, t5b) sont très limitées dans le cadre de la feuille Molsheim.

Argiles. Les principales formations argileuses des collines sous-vosgiennes sont les argiles et marnes du Keuper et du Lias. Les argiles du Keuper contiennent fréquemment du sulfate de calcium et des nodules de dolomie. Les marnes et argiles du Lias moyen et supérieur sont assez homogènes. La fraction argileuse de ces formations est généralement de l'illite. Leur teneur en carbonate de calcium est variable. Elles peuvent être pyriteuses ou elles contiennent fréquemment des nodules calcaires et ferrugineux (marnes à ovoïdes).

Terre à brique. Au Nord d'Osthoffen, dans le Furdenheim Thal, une exploitation a été ouverte dans les formations argileuses du Quaternaire ancien. La composition minéralogique de la fraction argileuse de ces formations est voisine de celle des loëss. Des formations analogues (considérées comme d'âge oligocène sur la carte) ont été exploitées à Ergersheim. Les loëss, relativement peu épais et souvent remaniés forment des gisements moins intéressants que ceux des environs de Strasbourg (Achenheim, Hangenbieten) où leur extraction est en régression. En gisements d'extension très limitée dans le périmètre de la feuille, les marnes à ovoïdes (l5-6) sont utilisées pour la fabrication des briques aux environs d'Hochfelden (feuilles Brumath et Bouxwiller).

Gypse. Le gypse des Marnes irisées du Keuper inférieur a été exploité à Flexbourg et Balbronn.

GITES ET INDICES MÉTALLIFÈRES

Les gîtes et indices métallifères du territoire de la feuille Molsheim sont essentiellement représentés par les filons d'oxydes de fer de la région de Rothau associés au granite hercynien de Fouday. Il s'agit de 8 filons à oligiste, magnétite et pyrite, autrefois très exploités (depuis le XIII^e siècle), qui sont étroitement associés à des filons de minette de même direction (N40° à 60°E), lesquels jalonnent eux-mêmes des dykes de microgranite.

La minéralisation primaire, de haute température, est constituée essentiellement par de la magnétite, accompagnée de tourmaline aciculaire et localement de pyrite, dans une gangue quartzreuse à apatite. Puis, une phase hydrothermale secondaire de grande

importance a provoqué le développement d'oligiste massif et entraîné la martitisation de la magnétite.

Comme particularité, il convient de signaler la présence d'une minéralisation à Be, W et Mo dans le faisceau filonien des Hussards-Bannwald, au lieu-dit Grotte des Partisans. Elle est représentée par des cristaux de béryl, de scheelite et de molybdénite inclus dans un filonnet de pegmatite à orthose et fluorite, lui-même encaissé dans un filon de minette. Cette particularité est un caractère commun qui rapproche le secteur de Rothau de celui, voisin, de Framont (feuille Cirey-sur-Vezouze).

Plomb

Comme dans tout le domaine des Vosges du Nord, les minéralisations plomb-zincifères sont très rares dans le cadre de la feuille Molsheim. On peut toutefois noter la présence d'un filon de galène dans le granite saccharoïde de Grendelbruch, accompagné de pyrite et d'oligiste dans une gangue de quartz.

Etain

Inconnue auparavant dans les Vosges, la cassitérite a été découverte par le B.R.G.M. en 1970, dans le vallon de Bornichon (près Barembach). Il s'agit de très petits cristaux disséminés, sans doute localement, au sein du granite tardif acide du Kagenfels.

Molybdène

Plusieurs indices de molybdénite, dont certains découverts par le B.R.G.M., sont connus dans le granite circonscrit porphyroïde de Natzwiller. Le minéral, accompagné ou non de chalcopryrite, se trouve dans de minces filonnets quartzeux très dispersés.

Tungstène

Outre l'indice de la grotte des Partisans, les prospections alluvionnaires du B.R.G.M. ont abouti à la découverte de scheelite (avec très rare wolframite) dans l'ensemble du granite de Natzwiller. Le minéral y constitue des feutrages dans les diaclases de la roche, accompagnés généralement par des cristaux de fine pyrite ; malheureusement, ces feutrages sont trop dispersés pour pouvoir constituer un gisement économique. Il est à signaler que c'est probablement un granite du même type qui est responsable du gisement pyro-métasomatique de tungstène de Grandfontaine (à l'Ouest de Schirmeck, feuille Cirey-sur-Vezouze).

Baryum

La baryte est très abondante dans le Muschelkalk supérieur des collines de Rosheim, sous la forme de nombreuses veinules ramifiées. Le calcaire encaissant est largement silicifié et il est également parcouru par des veinules de quartz hyalin cristallisé. Le sulfate est également fréquent dans le grès vosgien de Klingenthal, sous la forme de remplissage de fissures, et il se trouve dans la brèche siliceuse de la faille vosgienne, près du château de Truttenhausen. Enfin, un petit filon de baryte a été découvert récemment (A. Siat, Strasbourg) dans les ignimbrites du bassin permien du Nideck (vallon de Schieferbachel).

Fluor

La fluorite, en petite quantité, est associée à la baryte et à la silice du remplissage de la faille vosgienne, à Truttenhausen. Elle constitue, en outre, un élément très accessoire du granite du Kagenfels.

Or et mercure

Enfin, les prospections du B.R.G.M. ont récemment mis en évidence la présence d'or natif et de cinabre dans les alluvions de l'Ehn, en aval d'Obernai ; les gisements primaires n'ont pas encore été découverts.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES

Le guide géologique Vosges-Alsace (J.-P. von Eller et *al.*, à paraître en 1976, Masson éd.) comprendra de nombreux itinéraires consacrés pour une large part à des affleurements de la feuille Molsheim :

Itin. V — Le massif du mont Sainte-Odile et ses environs (N. Théobald).

Itin. VII — Le complexe alluvial de la basse Bruche et la bordure vosgienne entre Bruche et Giessen : formations quaternaires et géomorphologie (H. Vogt).

Itin. VIII — Métamorphisme thermique et roches plutoniques. Régions à l'Ouest de Barr-Andlau (J.-P. von Eller).

Itin. IX — Plutonisme dans le massif du Champ-du-Feu (J.-P. von Eller).

Itin. X — Le primaire de la vallée de la Bruche (J.-G. Blanalt et J.-P. von Eller).

Pour la classique excursion du Nideck, voir en outre le schéma des formations permienes (fig. 3) et le paragraphe végétation.

Pour le massif du mont Sainte-Odile, des itinéraires sont également indiqués par N. Théobald (1953). La bibliographie de la présente notice donne les références de la plupart des monographies géologiques concernant la feuille Molsheim.

BIBLIOGRAPHIE

BEAUMONT E. de (1822) — Notice sur les mines de fer et les forges de Framont et de Rothau. *Ann. Mines*, (1), VII, p. 521-554.

BENECKE E.W. (1909) — Ueber einen neuen Jura-aufschluss im Unter-Elsass. *Mitt. geol. Land. Els.-Lothr.*, VI, 3, p. 401.

BETHUNE P. de, LAPANIA E., ROUSSEAU-TURAY M., ELLER J.-P. von (1968) — Les diorites du Neuntelstein et du Neugrunrain près du Hohwald (Vosges) et leurs enclaves. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 21, 1, p. 1-60, Strasbourg.

BLANALT J.-G. (1969) — Contribution à l'étude du conglomérat givétien de Russ (vallée de la Bruche, Vosges). Essai de paléogéographie. Thèse, Fac. Sci. Univ. Strasbourg, Inst. géol. p. 1-72, 3 fig., 11 pl., 8 tabl.

BLANALT J.-G. et DOUBINGER J. (1973) — Contenu paléontologique du gisement frasnien de la carrière Wenger et Petit à Hersbach (vallée de la Bruche, Vosges). *Sci. géol.*, 26, 1, p. 75-90, Strasbourg.

BLANALT J.-G. et LILLIÉ F. (1973) — Données nouvelles sur la stratigraphie des terrains sédimentaires dévono-dinantiens de la vallée de la Bruche (Vosges septentrionales). *Sci. géol.*, 26, 1, p. 69-74.

BONHOMME M. et DUNOYER de SEGONZAC G. (1962) — Mesures d'âge par la méthode Rubidium-Strontium dans les schistes de Steige. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 12, 2, p. 85-96.

BOULADON J., BURNOL L., PICOT P. et SAINFELD P. (1964) — Les skarns métallifères de Framont-Grandfontaine (Bas-Rhin). Leur minéralisation en fer et en tungstène. *Bull. B.R.G.M.*, 4, p. 55-104.

- BRIQUET A. (1923) — Les alluvions quaternaires de la plaine d'Alsace entre la Fecht et la Bruche. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, t. I, fasc. 2, p. 65-76.
- BRONGNART (1828) — Essai d'une flore du Grès bigarré. *Ann. Sci. nat.*, 15, p. 435-460.
- BUCKING H. (1918 et 1920) — Beiträge zur Geologie des oberen Breuschtals in den Vogesen. *Mitt. geol. Landes Els. Lothr.*, XII, I, II ; I : p. 1-168 ; II : p. 169-368.
- CARBIENER R. (1962) — Les sols et la végétation des « Chaumes » du sommet du Champ-du-Feu (Vosges centrales). *Bull. Ass. fr. p. l'ét. du sol.*, p. 18-32.
- COGNÉ J., FELTER F. (1964) — Etude pétrographique et structurale du granite de la grande carrière d'Andlau (Bas-Rhin). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 17, 3, p. 211-230, 2 pl. h.t., Strasbourg.
- CORSIN P., DANZE-CORSIN P., MILLOT G. et RUHLAND M. (1960) — Sur l'âge viséen inférieur des schistes de Schwarzbach (vallée de la Bruche) dans les Vosges du Nord. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 13, 4, p. 163-164.
- CLAUER N. (1970) — Etudes sédimentologique, géochimique et géochronologique des schistes de Steige et de la série de Villé, Vosges. Thèse, Fac. Sci. Univ. Strasbourg., p. 1-105, 17 fig., 24 tabl.
- DAUBRÉE A. (1852) — Description géologique et minéralogique du Bas-Rhin. Strasbourg, 1852, 501 p.
- DEVISMES P., ESCANDE J.-C., LOUGNON J., PILLARD F. et PIERROT R. (1970) — Présence de la cassitérite dans les Vosges hercyniennes septentrionales. *C.R. Acad. Sci.*, t. 270, 14, p. 1737-1738.
- DOUBINGER Y. et ELLER J.-P. von (1963) — Découverte d'une faune de Chitinozoaires d'âge silurien dans les schistes de Steige (vallée de l'Andlau, Vosges). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 256, p. 469-471.
- DUBOIS G. (1946) — Répartition des gisements certainement et vraisemblablement dinantiens dans la région de la Bruche (Vosges moyennes). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 12, p. 222-223.
- DUBOIS G., DUBOIS C. (1955) — La géologie de l'Alsace. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 13, 310 p.
- DUBOIS G., ROSDORFF A. (1948) — Relations de position du lœss, des alluvions anciennes et des alluvions récentes à Kogenheim (Bas-Rhin). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 171-177.
- DUCHAUFOUR Ph. (1966) — Le problème du climax et l'évolution des sols. *Oecol. Plantarum*, 1, (2), p. 165-174.
- DUCHAUFOUR Ph. et SOUCHIER B. (1966) — Sols andosoliques et roches volcaniques des Vosges. *Sciences de la Terre*, XI, 3, p. 345-365.

- ELLER J.-P. von (1960) — Développement subvolcanique et volcanique d'un granite hercynien des Vosges septentrionales : le granite du Kagenfels. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, 2^e s, vol. III, p. 101-107.
- ELLER J.-P. von (1963) — Présence d'une formation fossilifère d'âge silurien conservée au sein des diorites de la région du Hohwald (Vosges) ; origine métamorphique de ces diorites. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 257, p. 3960-3962.
- ELLER J.-P. von (1964) — Dioritisation, granitisation et métamorphisme dans les Vosges cristallines du Nord. I. Région comprise entre la plaine d'Alsace, d'Andlau à St-Nabor et le Champ-du-Feu. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 17, 3, p. 171-210.
- ELLER J.-P. von (1965) — Granitisation, dioritisation et métamorphisme dans les Vosges cristallines du Nord. II. - La région comprise entre la faille vosgienne à l'Est de Grendelbruch et la vallée de la Bruche à la hauteur de Fouday-Rothau. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, t. 18, 3, p. 117-144.
- ELLER J.-P. von, BLANALT J.-G., HAMEURT J., HOLLINGER J., HOEPFFNER C. (1970) — Carte géologique du socle vosgien, partie septentrionale. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, t. 23, 1, p. 5-28, 4 fig., 1 carte.
- ELLER J.-P. von, LAPANIA E., LADURON D. et BETHUNE P. de (1971) — Caractères polymétamorphiques des cornéennes de la région de Barr-Andlau (Vosges). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 24, 3, p. 127-148, Strasbourg.
- ELLER J.P. von, LAPANIA E., LADURON D., BETHUNE P. de (1972) — Les cornéennes de la région de Barr-Andlau (Vosges) ; un exemple de polymétamorphisme thermique. *C.R. Acad. Sci.*, t. 274, D, p. 1248-1250.
- FIGGE K. (1968) — Ober-Devon im Breusch-Tal der Vosgesen (Le Devonien supérieur de la vallée de la Bruche des Vosges). *Neues. Jb. Geol. Palaeontol. Monatsch-Dtsch.*, 4, p. 195-200, 1 pl.
- FIRTION F. (1945) — Apports à la connaissance paléontologique du Dévono-Dinantien de la région de Schirmeck. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 4, p. 39-41.
- FIRTION F. (1957) — Les éléments paléontologiques dévoniens du Val de Bruche. *Annales Universitatis Saraviensis*, vol. VI, fasc. 2/3, p. 97.
- FLUCK P. et al. (1975) — Géologie des gîtes minéraux des Vosges et des régions limitrophes. Corrélations métallogéniques Vosges—Forêt-Noire. *Mém. B.R.G.M.* n° 87.
- FRANÇOIS J. (1962) — Etude métallogénique et pétrographique de la région de Schirmeck (Vosges septentrionales). Thèse 3^e cycle, Nancy, p. 1-130, 19 pl., 2 cartes h.-t.
- GACHOT H. (1937) — Les sondages de Sunhouse et de Molsheim. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, p. 91-98.
- GUILLAUME L. (1927) — Un nouveau gisement de couches à *Teloceras blagdeni* auprès de Rosheim (Bas-Rhin). *Bull. Ass. philomat. Als. Lorr.*, VII, p. 157-161.

- GUILLET B. (1972) — Relation entre l'histoire de la végétation et la podzolisation dans les Vosges. Thèse Sciences, Nancy, 112 p., XXXVII p. annexes.
- HAHN-WEINHEIMER P., PROPACH G., RASCHKA H. (1971) — Zur Genese des Kagenfels Granits (Sur la genèse du granite de Kagenfels). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 24, 1, p. 5-56. Traduction Leutwein F., Inst. de Géol. Strasbourg, 35 p.
- HETIER (1968) — Etude de quelques sols andosoliques sur roches volcaniques primaires des Vosges. Thèse 3^e cycle, Nancy.
- HOLLINGER J. (1969) — Beitrag zur Gliederung des Deckgebirges der Nordvogesen. *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, B 121, p. 79-91, Hannover.
- HOLLINGER J. (1975) — Stratigraphische und paläogeographische Untersuchungen im Perm und Unteren Buntsandstein der Nordwest-Vogesen (Becken von Saint-Dié). Thèse Univ. Mayence, 143 p., XXVI p. ann. (pl. h.-t.).
- JOLY J. (1968) — Etude hydrographique du massif du Champ-du-Feu. Diplôme E.N.I.T.R., 123 p., 41 annexes, Strasbourg.
- JUTEAU T. et ROCCI G. (1965) — Contribution à l'étude pétrographique du massif volcanique dévonien de Schirmeck (Bas-Rhin). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 18, 3, p. 145-176, Strasbourg.
- JUTEAU T. et ROCCI G. (1966) — Etude chimique du massif volcanique dévonien de Schirmeck (Vosges septentrionales). Evolution d'une série spilite-kératophyre. *Sciences de la Terre*, XI, 1, p. 68-104, Nancy.
- JUTEAU T. (1971) — Nouvelles données cartographiques, pétrographiques et chimiques sur le massif dévono-dinantien du Rabodeau (Vosges septentrionales). Pétrogénèse d'une série spilite-kératophyre « hercynotype » complexe. *Sciences de la Terre*, XVI, 1, p. 45-106, Nancy.
- KESSLER P. (1909) — Die tertiären Küsten-konglomerate in den mittelhheinischen Tiefebene. *Mitt. geol. Land. Els. Lothr.*, VII, 22, p. 167-290, 1 carte.
- LALLEMAND D. (1969) — Etude géomorphologique d'une région de collines sous-vosgiennes les bassins versants des ruisseaux de Still et de Niedermatt. Mém. Maîtrise, Strasbourg, 63 p.
- LAPPARENT J. de (1919) — Des conglomérats de la Vallée de la Bruche et du caractère des brèches d'origine sédimentaires. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 169, p. 866-867.
- LAPPARENT J. de (1920) — Conglomérats et phanites des terrains dévoniens de la Vallée de la Bruche. *C.R. Congr. Soc. sav.*, 73.
- LA ROCHE H. de, 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.*, t. 22, 3, p. 199-234.

- LA ROCHE H. de et ELLER J.-P. von (1971) — Données préliminaires sur la géochimie des diorites des Vosges septentrionales. Réunion extraord. Soc. géol., Fr., 23-28 sept. 1971, 9 p.
- LAUER J.P., TAKTAK G. (1971) — Propriétés magnétiques des roches au voisinage du contact métamorphique des schistes de Steige et des granites d'Andlau et du Hohwald (Vosges cristallines du Nord). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 272, sér. D, p. 924-927.
- LEIDHOLD (1915) — Notiz über die Jura und tertiärablagerungen bei Rosheim im Unter. *Elsass. Mitt. geol. Land. Els. Lothr.*, 8, p. 339-348.
- LILLIÉ F. et BLANALT J.G. (1970) — Les terrains dévono-dinantiens aux environs de Hersbach et de Wisches (vallée de la Bruche, Vosges du Nord). Rapport B.R.G.M., n° 70 SGN 96 NES, 33 p.
- MAIRE G. (1967) — Aspects de l'évolution quaternaire de la vallée inférieure de la Bruche. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, t. 20, 3, p. 175-184, 1 pl.
- MIHARA S. (1935) — Etude géologique et pétrographique de la région du Nideck. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, n° 4, 134 p., 1 carte h.t.
- MILLOT G., SITTLER J., ELLER J.P. von, SIMLER L. (1963) — Notice géologique et hydrogéologique du département du Bas-Rhin. *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 16, 2, p. 71-174, Strasbourg.
- MULLER F. Th. (1905) — Die Eisenerzlagerstätten von Rothau und Framont im Breuschtal (Vogesen). Les gîtes de fer de Rothau et de Framont dans la vallée de la Bruche (Vosges). *Mitt. Geol. Land. Els. Lothr.* V, 4, p. 417-471.
- OCHSENREIN G. (1965) — Le Champ-du-Feu. Ses roches et sa végétation. Ses légendes et son histoire. 33 p., Strasbourg.
- RIT A. (1962) — Etude hydrologique du bassin de la Bruche. Thèse 3^e cycle, 93 p., annexes, univ. Strasbourg.
- ROSENBUSCH H. (1877 et 1964) — Les schistes de Steige et leur zone de contact au voisinage des granites du Hohwald et de Barr-Andlau (Die Steiger Schiefer und ihre Contactzone an den Granititen von Barr-Andlau und Hohwald). *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 17, 1 : (texte allemand), 368 p. ; 2 : traduction : J.P. von Eller et L. Prévôt, p. 62-93, Strasbourg, 1964.
- ROTHÉ J.P. et SAUER K. (1967) — The Rhinegraben progress report 1967. Int. Upper Mantle Project. Scientif. report n° 13. *Abh. Geol. Landesamt. Baden-Wurtemberg* 6, p. 1-146, Freiburg i. Br. (Public. Serv. Carte géol. Als. Lorr., Strasbourg, mém. n° 26).
- SAUCIER H., MILLOT G., JOST R. (1959) — Les ignimbrites permiennees de la région du Nideck (Vosges-Alsace). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 12, 2, p. 33.
- SCHAEFER R. (1965) — L'histoire d'un marais rhénan. Le « Bruch » de l'Andlau. *Fac. Lettres Strasbourg. Recherches géogr. Alsace et pays rhénans*, p. 313-334.

- SCHIRARDIN J. (1923) — Note sur le Lias inférieur du Bas-Rhin. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 1, 2, p. 89-116.
- SCHIRARDIN J. (1954) — Les formations littorales et côtières du Sannoisien de la Moyenne-Alsace. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 7, p. 35-67.
- SCHIRARDIN J. (1954) — Note sur le Callovien d'Alsace. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 7, p. 13-34.
- SCHIRARDIN J. (1960) — Sur la zone à *Ludwigella concava* Sow. en Alsace. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 13, 1, p. 35-55, Strasbourg.
- SCHIRARDIN J. (1960) — Sur la limite du Toarcien et de l'Aalénien en Alsace. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 13, 3, p. 97-125, Strasbourg.
- SCHNAEBELÉ E. (1923) — L'âge des surfaces d'érosion sur le massif du Champ-du-Feu. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 1, 2, p. 131-143, Strasbourg.
- SCHUMACHER E. (1890) — Der Aufbau und die Bildung des oberrheinischen Tieflandes. *Mitt. d. comm. für d. geol. Landes Untersuchung v. Els. Lothr.*, Band II, p. 183-401.
- SCHUMACHER E. (1898) — Tertiär auf Blatt Geispolsheim. Diluvium westlich von Strassburg (Einteilung der lössböden). *Mitt. d. geol. Landesmat v. Els. Lothr.*, IV, 5, CIV-CXXVIII.
- SILBERMANN (1804) — Strassburger Taschenbuch auf das Jahr (XII et XIII). (p. 183-189 : mines et carrières du district de Barr. Mine de plomb près de Gersdorf). Strasbourg.
- SIMLER L., MILLOT G., FISCHER E., GILLY S. (1967) — La basse vallée de la Bruche à l'époque pliocène. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, t. 20, 3, p. 167-173.
- SITTLER C. (1965) — Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien ; études sédimentologiques et paléoclimatiques. *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 24, 392 p.
- SOUCHIER B. (1971) — Evolution des sols sur roches cristallines à l'étage montagnard (Vosges). *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 33, 134 p., Strasbourg.
- TAKTAK G. (1971) — Carte magnétique de la France à 1/80 000, feuille n° 71 « Strasbourg ». B.R.G.M., Orléans.
- TAKTAK G. (1971) — Contribution à l'étude magnétique et radiogéologique des Vosges septentrionales et de la plaine d'Alsace. Thèse Sciences, Univ. Strasbourg, 244 p., XVI pl. ann., carte « Strasbourg » (référence précédente) en ann.
- THÉOBALD N. (1953) — Le massif du Mont Sainte-Odile et ses environs (étude géologique). *Ann. Univer. Saraviensis*, II, 1-2, p. 3-38.
- THÉOBALD N. (1955) — Alluvions anciennes et séries loessiques des environs de Griesheim (Bas-Rhin). *C.R. Acad. Sci.*, t. 240, p. 795-797.

- THÉOBALD N. (1955) — Description géologique du Mont National et du Bichenberg au Nord d'Obernai (Bas-Rhin). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 8, 1, p. 61-82, Strasbourg.
- THÉOBALD N. (1955) — Les alluvions anciennes au Sud de la Bruche et aux environs d'Obernai (Bas-Rhin). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 8, 1, p. 83-104, Strasbourg.
- THÉOBALD N. (1956) — Sur l'âge des alluvions anciennes au Sud de la Bruche (Bas-Rhin). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 9, p. 146-148.
- THÉOBALD N. (1958) — *Elephas trogontherii* dans les alluvions anciennes du niveau de Griesheim (Bas-Rhin). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 11, 2, p. 21-24, Strasbourg.
- THÉOBALD N. (1970) — Chronologie des dépôts quaternaires à l'Est de Rosheim et de Bishoffsheim (Bas-Rhin). *Bull. A.F.E.Q.*, 1, p. 35-40.
- VOGT H. (1965) — Les formations quaternaires des collines sous-vosgiennes entre Dieffenthal et Obernai (Bas-Rhin). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 18, 4, p. 287-305.
- VOGT H. (1967) — Quaternary tectonics of the Alsatian part of the Rhinegraben. *Abhandl. d. geol. Landesamtes Baden-Württemberg*, 6, p. 33-36.
- VOGT J. (1972) — Un exemple d'érosion catastrophique des sols en moyenne montagne (Grendelbruch en 1774). *Annuaire Soc. Hist. Archéol. Molsheim et environs*.
- WEIL R., JAROVOY M. (1950) — Catalogue des espèces minérales d'Alsace. *Bull. Serv. Cart. géol. Alsace-Lorraine*, 6, 140 p.
- WERNERT P. (1957) — Stratigraphie paléontologique et préhistorique des sédiments quaternaires d'Alsace. Achenheim. *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 14, 259 p.
- ARCHIVES S.C.G.A.L. — Rapports divers dont :
- Rapport d'inventaire hydrogéologique, avril 1973.
 - Etude des ressources aquifères dans la vallée de la Bruche à l'amont de Mutzig (décembre 1971).
 - Recherche d'eau dans les zones touristiques vosgiennes - 1968 et 1970.
 - Etude de la nappe phréatique du secteur alluvial d'Obernai ; étude prévisionnelle sur modèle analogique - juillet 1973.
 - Contrôle de la qualité chimique de l'eau et piézométrie du secteur alluvial d'Obernai - juin 1974.
 - Eaux minérales et thermales - Vosges et Alsace.
 - C.G.G. (1960) — Etude hydrogéologique par prospection électrique du cône de déjection de la Bruche.
 - C.G.G. (1963) — Etude hydrogéologique par prospection électrique dans la région de Molsheim—Blaesheim—Obernai.

Cartes géologiques à 1/80 000

Feuille Strasbourg : 1^{re} éd. (1896), par Ch. Vélain

2^e éd. (1958), coordination par G. Dubois et M. Jarovoy.

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

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

DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux.

Les documents peuvent être consultés :

— pour le département du Bas-Rhin au S.G.R. Alsace, 204, route de Schirmeck, 67200 Strasbourg ;

— pour le département de la Moselle au S.G.R. Lorraine, 77, avenue du Général-Leclerc, 54000 Nancy ;

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

TABLEAU D'ÉQUIVALENCE DES NOTATIONS

(Equivalences précises ou approximatives, selon les cas)

1/80 000 Strasbourg	1/50 000 Molsheim	1/50 000 Sélestat
A	$\left. \begin{array}{l} E \\ C \\ S \end{array} \right\}$ avec indices	} mêmes principes de notation
a ²	Fz avec indices	
a ¹¹	$\left. \begin{array}{l} \text{Œy} \\ \text{Œx} \\ \text{Œw} \end{array} \right\}$ notations plus ou moins composites	
a ¹	$\left. \begin{array}{l} Fy \\ Fx \\ Fw \\ Fv \end{array} \right\}$ notations plus ou moins composites	
a ¹	$\left. \begin{array}{l} Px \\ Pw \\ Pv \end{array} \right\}$	
m _I	g2-m1a	$\left. \begin{array}{l} g3 \\ g2a \end{array} \right\}$
m _g	e7-g1	g1
J ^I	j3	
J _{II}	j2	
J _{III}	j1c	
J _{IV}	j1b	
l ⁵	$\left. \begin{array}{l} j1a \\ lj1b \end{array} \right\}$	l6c
l ⁴	$\left. \begin{array}{l} lj1a \\ l7-8 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} l6b \\ l6a \\ l5b \\ l4b \end{array} \right\}$
l ³	l5-6	
l ²	l4	
l ¹	l1-3	l3-1
l _I	t10	
t ³	t9	
t ²	t8	
t ¹	t7	

	1/80 000 Strasbourg	1/50 000 Molsheim	1/50 000 Sélestat
	t_a	t_{6b-c}	
		t_{6a}	
	t_b	t_{5b}	
		t_{5a}	
	t_{IIa}	t_4	
	t_{IIb}	t_{3b}	
	t_{IIc}	t_{3a}	
	t_{III}	t_{2c}	t_2
		t_{2b}	
	t_{IVa}	t_{2a}	t_{1d}
	t_{IVb}	t_{1b}	
	t_{IVc}	t_{1a}	néant
attributions stratigraphiques différentes	r_I	r_3	$r_{2b} \text{ pro parte}$
	$r^{1\pi}$	ρr_{2-3b}	
	π^2	ρr_{2-3a}	
	r_{II}	r_{2b}	$r_{2b} \text{ pro parte}$
	$r_{II\pi}$	r_{2a}	
	$hd\pi$	ρK^1	
		$a K^3$	
	$hd\alpha$	$K^3 \Sigma^\beta$	
		$\rho \Sigma^\beta$	
		$b r K^3$	
	$hd \text{ pro parte}$	h_{2b}	
		d_{4a}	
	$hd \text{ pro parte}$	t^f_d	dS
		c_i_d	
	X	o-s	s5-4
	$\gamma \text{ pro parte}$	γ^4	γ
	$\gamma_a \text{ pro parte}$	$\rho \gamma^{3-4L}$	γ^L
	$\gamma \text{ pro parte}$	γ^{3M}	γ_a
	γ_b	$\epsilon \gamma^{3-4}$	$\gamma_a \text{ avec surcharge}$
	γ_I	$\rho \gamma^{3-4}$	γ_b
	γ^1	γ^1	γ_{1c}
	η	$\rho \eta^3$	η
		η	mD
		$\mu \eta$	γ_2
		$\rho \mu \gamma^{3-4}$	γ_{2a}
	π^1	$\rho \mu \gamma^1$	λ_1
		ν	

AUTEURS DE LA NOTICE

- Introduction, histoire géologique : N. THÉOBALD, professeur honoraire à l'Université de Besançon.
- Terrains cristallins, massif du Champ-du-Feu : compilation de F. MÉNILLET, ingénieur géologue au B.R.G.M. d'après des publications de J.-P. von ELLER, H. de la ROCHE et *al.*
- Dévonien, formations paléovolcaniques : compilation de F. MÉNILLET d'après des publications de T. JUTEAU.
- Dévonien, formations sédimentaires : compilation de F. MÉNILLET de travaux inédits et de publications de J.-G. BLANALT, avec la collaboration de F. LILLIÉ.
- Permien : rédigé par F. MÉNILLET d'après les travaux de S. MIHARA (1935) et de H. SAUCIER et *al.* (1959).
- Secondaire et tertiaire : N. THÉOBALD.
- Quaternaire : H. VOGT, chargé d'enseignement à l'Université Strasbourg I.
- Préhistoire : A.-G. THEVENIN, directeur de la circonscription des Antiquités préhistoriques d'Alsace.
- Sols : F. MÉNILLET avec la collaboration de J.-P. BOUDOT.
- Végétation : F. MÉNILLET d'après les indications et publications de F. GEISSERT et de E. KAPP.
- Hydrogéologie : P. SCHWOERER, ingénieur géologue, géologue en chef, cadre F.O.M., détaché au Service géologique régional Alsace.
- Gîtes minéraux : J. LOUGNON, ingénieur géologue au B.R.G.M.
- Substances utiles non métalliques, géotechnique : F. MÉNILLET.

TABLEAU II

ANALYSES CHIMIQUES DES GRANITES ET DIORITES DU DOMAINE DU CHAMP-DU-FEU.

(les moyennes d'analyses dont l'origine n'est pas mentionnée sont extraites de la note de H. de la Roche et J.-P. von Eller (1969))

	S ₁ O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe O	Mn O	Mg O	Ca O	Na ₂ O	K ₂ O	T ₁ O ₂	P ₂ O ₅	PF
γ^1 . Granite du Kagenfels (moyenne de 14 analyses - notice Sélestat)	76,24	12,70	Fe total	0,83	0,01	0,22	0,45	3,28	4,89	0,10		1,15
$p\gamma^{3-4}$. Granité d'Andlau (moyenne de 6 analyses - notice Sélestat)	68,50	15,37	1,60	1,39	0,08	1,27	2,77	3,44	4,12	0,41	0,19	
$p\gamma^{3-4}$. Granite de Natzwiller (moyenne de 2 analyses - Ph. Grandclaude 1971)	69,20	14,67	Fe total	2,63	0,03	1,50	1,45	3,42	4,95	0,50		
γ^3 . Granite de Fouday-Grendelbruch (moyenne de 7 analyses)	69,84	15,09	Fe total	3,08	0,06	0,83	2,05	3,87	3,81	0,31		0,95
$E\gamma^{3-4}$. Granite à enclaves de Waldersbach (faciès calco-sodique, moyenne de 11 analyses)	69,84	14,58	Fe total	3,15	0,08	0,85	2,21	3,75	3,82	0,34		1,01
γ^{3M} . Granite du Champ-du-Feu nord (faciès calco-sodique, moyenne de 17 analyses) (faciès potassique, moyenne de 20 analyses)	69,81 71,28	14,78 14,26	Fe total Fe total	2,77 2,47	0,08 0,06	0,85 0,72	1,69 1,28	4,05 3,61	4,01 4,25	0,29 0,26		1,46 1,23
γ^4 . Granodiorite du Champ-du-Feu sud (moyenne de 12 analyses)	63,40	15,92	Fe total	5,19	0,12	1,94	4,04	3,81	2,81	0,55		1,91
$p\gamma^{3-4L}$. Granodiorite du Hohwald nord (moyenne de 10 analyses)	68,78	15,26	Fe total	3,20	0,10	1,48	2,63	3,43	3,26	0,37		1,38
γ^4 . Granodiorite du Hohwald sud (moyenne de 14 analyses)	63,58	16,35	Fe total	4,77	0,11	2,17	3,69	3,79	2,74	0,52		1,71
η . Diorite du Neuntelstein (J. Patureau, Paris, in J.-P. von Eller 1964)	52,30	17,50	3,80	6,10	0,20	4,95	8,00	2,10	1,50	1,15	0,23	1,90
$p\eta^3$. Diorite porphyrique de Muckenbach (C.R.P.G., Nancy, in J.-P. von Eller 1965)	57,00	18,90	Fe total	4,99	0,10	2,35	6,85	3,72	1,95	0,94		2,07

TABLEAU III

ANALYSES CHIMIQUES DE ROCHES PALÉOVOLCANIQUES D'ÂGE DÉVONIEN ET PERMIEN
(feuilles Molsheim (Permien) et Cirey-sur-Vézouze (Dévonien))

		S ₁ O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe O	Mn O	Mg O	Ca O	Na ₂ O	K ₂ O	T ₁ O ₂	H ₂ O +	Totaux
FORMATIONS PERMIENNES S. Mihara (1935)	r ₃ . Tuf volcanique	75,69	12,94	0,89	0,32	Néant	0,89	0,42	0,24	5,85	0,36	1,98	99,58
	ρ r _{2-3b} . "Coulée supérieure" du Nideck " rhyolite type D " (ignimbrite)	73,25	11,84	3,15	0,74	Néant	0,73	1,32	0,80	7,75	0,25	0,59	100,41
	ρ r _{2-3a} . "Coulée principale" du Nideck " rhyolite type C " (ignimbrite)	68,71	14,84	2,81	0,94	Traces	2,40	1,63	1,12	4,32	0,39	2,63	99,79
	r _{2a} . (partie sup.). Tuf volcanique	78,67	10,69	0,35	0,67	Néant	0,19	0,17	1,27	7,73	Néant	0,44	100,18
	r _{2a} . (partie moy.). " Rhyolite type B " Carrière de Luttenbach (ignimbrite)	81,16	8,89	0,95	1,84	Néant	0,79	0,95	0,69	5,25	Traces	0,02	100,54
	r _{2a} . (partie inf.). " Rhyolite type A " (Tuf pyroclastique)	83,53	7,28	0,72	2,14	Néant	0,25	0,75	4,44	0,55	0,01	0,05	99,72
FORMATIONS DÉVONIENNES T. Juteau et G. Rocci (1966)	ρK^1 . Quartz-kérophyre porphyrique échantillon-type x = 957,850 ; y = 95,990	69,80	12,10	7,05		0,11	1,37	0,63	4,21	1,66	0,50		
	aK^3 . Kérophyre aphanitique échantillon-type x = 956,000 ; y = 94,775	68,60	15,20	4,90		0,05	1,27	-	6,17	0,34	0,36		
	$K^3 \Sigma^\beta$. Diabase microlitique échantillon-type x = 956,450 ; y = 95,425	57,40	14,50	11,78		0,19	2,58	2,38	4,72	1,46	1,24		
	$K^3 \Sigma^\beta$. Spilite vacuolaire échantillon-type x = 953,375 ; y = 100,750	50,10	16,10	10,97		0,21	7,36	5,97	4,33	1,20	1,01		
	$\rho \Sigma^\beta$. Diabase porphyrique échantillon-type x = 956,425 ; y = 96,475	58,80	17,30	6,27		0,10	3,85	0,76	3,52	2,94	0,85		
	brK^3 . Brèches spilittiques et Schalsteins moyenne de 4 analyses	57,57	14,75	10,94		0,19	3,54	3,31	3,58	1,92	1,08		