

† **GEORGES DUBOIS**

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE ET DE PALÉONTOLOGIE  
A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG  
COLLABORATEUR PRINCIPAL DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

ET

**M<sup>ME</sup> CAMILLE DUBOIS**

COLLABORATEUR DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE

---

# LA GÉOLOGIE DE L'ALSACE

APERÇU GÉNÉRAL ET EXCURSIONS GÉOLOGIQUES

---

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG  
MÉMOIRE N° 13 DU SERVICE DE LA CARTE  
GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE  
—— STRASBOURG, 1, RUE BLESSIG ——  
VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU CENTRE  
NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
1955

IMPRIMERIE «LA HAUTE-LOIRE»  
23, BOULEVARD CARNOT, 23  
—— LE PUY-EN-VELAY ——

## AVANT-PROPOS

*Le Professeur GEORGES DUBOIS occupa la chaire de Géologie de l'Université de Strasbourg de 1928 à 1953. Au cours de ces 25 années il fut appelé à la direction du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine. Fils de Flandre il épousa, en toute conscience, la magnifique Province où ses talents l'appelaient à servir le Pays. Par d'inlassables courses sur le terrain, par une bibliographie approfondie, par des levés de carte géologique couvrant de grandes surfaces, ce géologue avait acquis sur l'Alsace d'immenses connaissances. Bien que très variées dans les divers domaines de la Culture, ces connaissances parvenaient à la meilleure maîtrise, dans le domaine de la Géologie.*

*Le Professeur GEORGES DUBOIS n'hésita pas à entreprendre la rédaction d'un livre sur l'Alsace. Ceci correspondait pour lui à un devoir : noter tout ce qu'il avait appris, le grouper, l'ordonner en un livre d'accès facile pour le service de tous. On imagine aisément le poids de cette entreprise au milieu des tâches quotidiennes.*

*Le Professeur GEORGES DUBOIS rédigeait son manuscrit quand une mort subite l'emporta le 2 octobre 1953. Le Service de la Carte Géologique présente donc ici l'ultime témoignage de son Directeur. Les notes du Professeur DUBOIS ont été mises au point par Madame CAMILLE DUBOIS, sa compagne et collaboratrice scientifique. L'activité inlassable et la bonne grâce de Madame DUBOIS sont pour nous une présence précieuse. De plus nous lui devons une présentation complète et ordonnée de « La Géologie de l'Alsace ».*

GEORGES MILLOT,  
Professeur à la Faculté des Sciences,  
Directeur du Service de la Carte  
Géologique d'Alsace et de Lorraine.

---

**Dédié à l'Alsace  
notre pays d'adoption**

**G. et C. DUBOIS**

Je tiens à remercier les Amis et les anciens élèves de mon mari qui m'ont aidée de leurs avis et ont ainsi contribué à la parution de ce livre. Je m'en voudrais de ne pas citer : M. A. CARLIER, M. F. FIRTIION, M<sup>lle</sup> S. GILLET, M<sup>lle</sup> TH. KOLB, M. J.-P. ROTHÉ, M<sup>lle</sup> J. SAUVAGE, M. J. SCHIRARDIN, M<sup>me</sup> J. SITTLER-BECKER, M. P. WERNERT, et je me plais à y associer les noms de MM. J. GRÜNER, A. HUBER, J. HUGEL et A. SCHIERER.

MM. P. PRUVOST et M. ROUBAULT m'ont encouragée dans cette tâche ; ma gratitude leur est acquise, ainsi qu'au CENTRE NATIONAL de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE qui m'a généreusement accordé son appui.

Il m'est agréable de remercier ici M. le Recteur J. BABIN et M. le Doyen H.-J. MARESQUELLE pour l'active bienveillance qu'ils m'ont témoignée.

J'exprime ma reconnaissance à M. G. MILLOT d'avoir bien voulu consacrer un Mémoire du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine à la publication de ce travail.

**CAMILLE DUBOIS.**

---

**PREMIÈRE PARTIE**



**GÉOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ALSACE**

## I. — HISTORIQUE

---

Les vicissitudes politiques de l'Alsace ont eu sur le développement de sa connaissance géologique des influences variées. Les grands traits en étaient établis déjà en 1871, avec la clarté et la simplicité qui caractérisent généralement les œuvres françaises. Les pionniers de cette connaissance, si l'on se borne à ceux du XIX<sup>e</sup> siècle, furent principalement J.-P. GRAFFENAUER, PH.-L. VOLTZ, L. ELIE DE BEAUMONT, A. DAUBRÉE, J. DELBOS et J. KOEHLIN-SCHLUMBERGER, E. de BILLY. On ne saurait passer sous silence les géologues qui montèrent les cartes géologiques départementales contiguës au territoire alsacien, ou qui en décrivirent les principaux faits géologiques : L. REVERCHON et E. JACQUOT, J. LEVALLOIS, un peu plus tard A. BRACONNIER, L. PARISOT. Malgré leur ancienneté, ces cartes géologiques départementales constituent encore des documents précieux et utilisables sur le terrain.

Les premières explorations géologiques en Alsace furent entreprises par J.-E. GUETTARD, M. MONNET et A.-L. DE LAVOISIER qui, dans les dernières années du règne de Louis XV, avaient reçu la mission d'établir un rapport sur les richesses minéralogiques du pays tout entier. C'est à leur collaboration qu'est dû en 1778 le premier travail scientifique sur la géologie des Vosges : une note détaillée sur les mines de houille de Roderen. Mais c'est surtout à M. MONNET que la géologie du Nord-Est de la France fut redevable, grâce à la publication en 1780 de son Atlas minéralogique de la France.

Après lui, surtout à la suite de l'importance collaboration des Ingénieurs des Mines, la Géologie est devenue une science bien établie dans ses principes ; de nombreux travaux parurent sur la géologie de l'Alsace et de ses abords. Ceux de PH.-L. VOLTZ (1828) sont déjà d'une remarquable précision ; la description géologique des Vosges par L. ELIE DE BEAUMONT (1841) est un monument qu'on peut toujours consulter avec fruit, ainsi que les monographies géologiques départementales de Haute-Saône par E. THIRRIA (1833), des Vosges par E. DE BILLY (1848), du

Bas-Rhin par A. DAUBRÉE (1852), du Haut-Rhin par J. DELBOS et J. KOEHLIN-SCHLUMBERGER (1866). Bien que paru après 1871, ajoutons, afin de compléter cette série de travaux, l'ouvrage de L. PARISOT concernant le Territoire de Belfort (1877). Toutes ces descriptions scientifiques étaient accompagnées de cartes détaillées, généralement à l'échelle du 1/80.000.

Pendant ce temps, l'enseignement de la Géologie (G. DUBOIS) fut donné à la Faculté des Sciences de Strasbourg par L. HAMMER, PH.-L. VOLTZ (ce dernier ayant eu l'autorisation de faire un cours libre de Géognosie), puis par A. DAUBRÉE pour qui fut créée la chaire de Géologie et de Minéralogie, enfin par W.-P. SCHIMPER qui fut surtout un botaniste et un paléontologiste. C'est sous la direction scientifique de PH.-L. VOLTZ qu'eut lieu à Strasbourg en 1834, la Réunion géologique extraordinaire de la Société Géologique de France.

Les Allemands en prenant possession de l'Alsace en 1871 trouvèrent donc une école géologique prospère, une précieuse bibliothèque, de riches collections, une carte géologique départementale au 1/80.000 terminée en première édition.

L'école géologique française fut dispersée, mais elle prospéra en plusieurs Universités françaises. Son œuvre put être continuée par les géologues de l'Université allemande de Strasbourg créée en 1873. On y appela les professeurs E.-W. BENECKE, P. GROTH, E. ROSENBUSCH, E. COHEN, H. BÜCKING, auxquels furent associés, pour l'œuvre cartographique, L. VAN WERVEKE et E. SCHUMACHER.

Il faut convenir que les géologues allemands venus à Strasbourg contribuèrent au développement du savoir minutieux et détaillé de la géologie alsacienne. Ils ont dès le début introduit le microscope polarisant qui a permis de débrouiller la pétrographie des Vosges. Ils ont malheureusement, en appliquant chez nous la terminologie du Trias germanique, compromis pour longtemps la compréhension de ce Trias en géologie française.

En 1873, fut créée une Commission für die geologische Landesuntersuchung und Kartierung von Elsass-Lothringen, devenue plus tard le Geologische Anstalt von Elsass-Lothringen, administrativement indépendante de l'Université, mais pourtant intimement liée à ses services d'enseignement de Géologie et Minéralogie ; elle résolut d'établir une nouvelle carte géologique détaillée du Reichsland sur fond topographique au 1/25.000 avec relief en courbes de niveau. Le Service publia une série de Mitteilungen et Abhandlungen.

En France était aussi entreprise une œuvre de cartographie géologique systématique et uniforme pour tout le territoire, en feuilles régulières sur fond topographique de la Carte d'Etat-Major au 1/80.000 ; on en fit des essais en 1855 et 1867 ; un Service Géologique central fut organisé à Paris en 1868, avec des collaborateurs appartenant au Corps des Mines ; puis le cadre fut élargi et on fit appel à toutes les capacités, principalement dans le Corps de l'Université ; mais ceci ne fut réalisé pratiquement qu'à partir de 1874. Il y règne très sagement l'idée qu'une carte géologique est indéfiniment perfectible et qu'il vaut mieux posséder une carte non entièrement parfaite que de n'en point posséder du tout.

Le souci de l'organisation allemande est au contraire d'atteindre la perfection et de ne publier que des cartes définitives, en y mettant le temps nécessaire. Le lever d'une carte géologique au 1/25.000 est œuvre de patience ; en fait, les géologues allemands travaillèrent assez vite en Lorraine où les terrains sont peu bouleversés et le lever relativement facile. Le travail fut beaucoup plus lent en Alsace ; il en résulte que cette vieille province française est actuellement celle où la carte détaillée reste la plus incomplète et la plus hétérogène.

Au retour de Strasbourg à la France en 1918, les services d'enseignement bénéficièrent de l'élan antérieur. A la chaire de Géologie et de Paléontologie se succédèrent : M. GIGNOUX, E. CHAPUT, G. DUBOIS et G. MILLOT. Le service de cartographie fut conservé sous le nom de Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine. Une carte murale géologique d'Alsace-Lorraine à l'échelle du 1/200.000 fut publiée en 1930 sous la direction de E. DE MARGERIE ; elle offre un intérêt scolaire. Les publications scientifiques continuèrent sous forme de Mémoires, de Bulletins et de Livrets. Parmi les Mémoires, celui de J. JUNG sur la Géologie des Vosges hercyniennes sera souvent mis à contribution dans le cours du présent ouvrage. En 1934, paraissait la feuille au 1/50.000 Ferrette n° xxxvii-22 par D. SCHNEEGANS et N. THEOBALD.

La guerre de 1939-45 fut particulièrement néfaste pour la géologie strasbourgeoise. Tandis que les services d'enseignement de l'Université étaient repliés à Clermont-Ferrand, l'administration allemande de Strasbourg dispersait les collections géologiques régionales et paléontologiques.

Après le retour en Alsace en 1945 suivit une période de réorganisation. Le report de levés géologiques effectués de 1928 à 1939 et après 1945 permit de publier les feuilles au 1/80.000 suivantes : Saverne n° 54 par G. DUBOIS (1949), Wissembourg n° 38 par G. DUBOIS (1952), Lauterbourg n° 55 par G. DUBOIS (1952), Sarrebourg n° 53 par G. DUBOIS,

G. GARDET, N. THÉOBALD (1952). Les feuilles Sarreguemines n° 37, Strasbourg n° 71, Colmar n° 86, Mulhouse n° 101 sont en cours de publication. La feuille au 1/320.000 Strasbourg-Mulhouse n° 15-20 doit paraître prochainement. La feuille au 1/50.000 Altkirch n° xxxvii-21 préparée par N. THÉOBALD fera suite à la feuille Ferrette.

---

## II. — INTRODUCTION

---

L'Alsace est étymologiquement dit-on la contrée de l'Ill ou El (Elsass), rivière affluente du Rhin, qui la traverse longitudinalement du Sud au Nord sur une grande étendue. Le territoire actuel de l'Alsace comprend les départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin.

Ce coin nord-oriental de la France est séparé de l'Allemagne badoise par le Rhin, dont le cours a été rectifié artificiellement au début du XIX<sup>e</sup> siècle ; des terrains appartenant à des cultivateurs français se situaient en Bade, à la suite de cette rectification, même après 1918. La séparation d'avec la Suisse est entièrement artificielle, le long du Jura de Ferrette ainsi qu'en plaine, l'agglomération française de Saint-Louis n'étant en fait qu'une sorte de faubourg du Bâle suisse. Au Nord, c'est la Lauter qui sert de frontière avec le Palatinat allemand, encore que la frontière et la rivière se chevauchent parfois ; plus à l'Est, la frontière est artificielle parmi les hauteurs des Basses Vosges gréseuses.

La limite entre l'Alsace et la Lorraine est des plus capricieuses, suivant souvent des contours antérieurs à la Révolution française, plus ou moins conservés à l'époque de la création des deux départements, jusqu'au traité de Francfort. La séparation des départements du Bas-Rhin et de la Moselle s'avance à l'Ouest sur le plateau gréseux, vers la ligne de partage des eaux entre le versant rhénan et le versant sarrois, tout en demeurant à l'Est de cette ligne. Il en est de même au Sud de la Zorn où plusieurs des affluents de celle-ci ont leur cours dans le département de la Moselle. Mais dans la région de la Petite-Pierre, la limite départementale s'éloigne considérablement vers l'Ouest jusqu'à dépasser la Sarre et même la Rode, un sous-affluent de celle-ci, pour englober le pays, de caractère géographique très lorrain, autour de Sarre-Union : morceau du Bas-Rhin que les Alsaciens nomment eux-mêmes Krummes Elsass ou Alsace tortue.

Au Sud de la région du Donon, la limite départementale actuelle entre le Bas-Rhin et la Meurthe-et-Moselle, puis entre le Bas-Rhin et les Vosges,

suit de très près la ligne de partage entre le versant rhénan et le versant mosellan. Il n'en était point ainsi avant 1871 ; le territoire départemental des Vosges s'avancé alors le long du val de Bruche et le dépassait même à l'Est en région montagneuse, suivant approximativement la limite des dialectes jusqu'à Wisches. En des temps plus anciens encore, le pays lorrain descendait en-deçà jusqu'à la Liepvrette, partageant la localité de Ste-Marie-aux-Mines entre l'Alsace et la Lorraine.

Plus au sud, la petite contrée qu'on nomme le Belfortais fit partie du Haut-Rhin jusqu'en 1871 ; la limite départementale laissait Giromagny, Belfort et Delle en Alsace. La frontière de 1871 suivit la crête à l'Ouest de la Doller, puis approximativement la limite des dialectes jusqu'à la frontière suisse. Le territoire entre ces deux frontières n'a pas été rattaché au département du Haut-Rhin en 1918 ; il conserve son nom de Territoire de Belfort sous lequel il est administré depuis 1871. On le décrira ici comme partie intégrante de l'Alsace, dont il ne peut être distingué géologiquement.

L'Alsace est une contrée très diverse quant à sa structure géologique. Par ses montagnes et les pentes occidentales de celles-ci, elle fait partie de la grande cuvette parisienne marquée d'auréoles concentriques, dont les Vosges constituent le bord oriental. Par ses collines sous-vosgiennes et sa plaine, elle est un élément du fossé rhénan creusé entre les Vosges et la Forêt-Noire qui se font face de manière à peu près symétrique par rapport au Rhin. Par la porte de Bourgogne, la dépression rhénane entre en large communication avec la dépression bourguignonne. Tout au Sud enfin, c'est au Jura qu'appartient la partie du département du Haut-Rhin dont Ferrette est la petite capitale.

Le fossé rhénan s'étend entre les Vosges et la Hardt palatine à l'Ouest, le Schwarzwald et l'Odenwald à l'Est, horsts surélevés au fur et à mesure que le fossé subsident se dessinait et se remplissait de sédiments oligocènes. On ne saurait trop relire l'harmonieuse description de l'ensemble donnée par L. ELIE DE BEAUMONT (p. 435-437), que nous reproduisons ici en partie :

« Mais, pour voir à la fois, avec un égal développement les Vosges et la Forêt-Noire, il faut monter, par un temps serein, sur une haute cime du Jura, placée dans le prolongement méridional de la plaine du Rhin. Me trouvant, le 28 juillet 1836, au lever du soleil, par un ciel sans nuages, sur la cime du Röthi-Fluhe, au-dessus de Soleure, je détournai un instant mes regards du spectacle si attachant que m'offraient les Alpes et leurs magnifiques glaciers, pour considérer les lignes moins hardies de la partie

septentrionale de l'horizon. Les Vosges présentaient alors les pentes abruptes de leur flanc S.E., par-dessus les crêtes successives du Jura et la plaine de Belfort, et je remarquais en même temps la terminaison escarpée qu'elles offrent en se prolongeant vers le N. le long de la plaine du Rhin. Je suivais de l'œil leur bord oriental jusqu'à la montagne de Sainte-Odile. Je distinguais aussi très nettement le profil de la Forêt-Noire. L'horizon de la Souabe s'élevait doucement vers ce large massif, qui ne se découpait un tant soit peu que vers le Belchen, presque sur le bord de la plaine du Rhin. Le Feldberg se détachait à peine de la ligne générale. La chute rapide du Blauen vers la vallée du Rhin était très sensible. Mes regards s'étendaient sur cette plaine unie, du milieu de laquelle je voyais surgir le petit groupe isolé du Kaiserstuhl, semblable à une taupinière dans le fond d'un large fossé.

L'imagination se représentait aisément cette plaine, remplacée par des masses aussi élevées que les Vosges et la Forêt-Noire entre lesquelles elle s'étend, formant de ses deux groupes une seule proéminence légèrement bombée, dont la voûte extrêmement surbaissée s'inclinait légèrement, d'un côté vers la Lorraine, et de l'autre vers le Wurtemberg. Il semblait qu'il ne manquait que la clef de cette voûte, qui se serait un jour abîmée pour donner naissance à la plaine du Rhin, flanquée de part et d'autre par ses culées restées en place, de manière à former sur ses flancs deux escarpements ruineux en regard l'un de l'autre ».

#### L'ALSACE DANS SON CADRE GÉOLOGIQUE.

Le trait dominant de l'Alsace est certes son appartenance à la série des fossés tectoniques de direction générale subméridienne qui ont morcelé, au Tertiaire principalement, les vieux massifs hercyniens. Le fossé rhénan est l'un d'eux et il est ici particulièrement accentué, entre les Vosges à l'Ouest, la Forêt-Noire et l'Odenwald à l'Est.

Au Sud, le fossé rhénan se bifurque en un fossé de Sierentz à l'Est, venant mourir parmi les accidents méridiens du Jura bâlois, — et en un fossé de Dannemarie, estompé en pays belfortain, mais reprenant une allure aiguë dans les fossés de la Saône. Les deux éléments tectoniques sont séparés à Mulhouse par le horst du Sundgau.

Au Nord, le fossé rhéan se bifurque également entre un fossé rhéan néerlandais avec un bassin de Neuwied oligocène intercalaire, — et un fossé Est de Mayence-Francfort.

Le grand volcan du Vogelsberg oblitère le fossé de Francfort. D'autres volcans d'âge tertiaire accompagnent le fossé rhéan : le plus important d'entre eux, dans le fossé lui-même, est le Kaiserstuhl, au bord du Rhin en Bade, et ses satellites Breisach et Limburg. Il en est d'autres en Alsace qui retiendront ultérieurement notre attention, et en Lorraine (Côte d'Essey). Parmi ceux de l'entourage rhéan, il y a lieu de mentionner les volcans de l'Eifel et du Hegau. Le Ries de Nordlingen est lui aussi une manifestation du système de fractures rhéanes, ainsi que le fossé de Bonndorf et le lac de Constance (régime de fractures de direction dominante NE-SW, exceptionnelle dans le système).

Les fractures du système rhéan, pour très apparentes qu'elles soient, ne sont pas les seuls éléments tectoniques marquants de la région. Elles sont accompagnées de plissements plus ou moins aigus. Le Sud de l'Alsace est traversé par des plis de la partie Nord du Jura. Large encore à Ferrette et à Bâle, le système s'amincit plus à l'Est pour mourir en zone molassique suisse en un chaînon isolé, celui du Lägern.

En Alsace, les chaînons du Jura ferrettois viennent s'écouler sur le Tertiaire du Sundgau. Le point de vue classique selon lequel les accidents de tectonique brutale des Vosges et de la Forêt-Noire sont un contre-coup des efforts de plissements alpins du Jura ne paraît justifié par aucun fait probant. Il ne fait évidemment pas de doute que les phénomènes de plissement de la région alpine et de déchirures du vieux bâti induré hercynien sont sensiblement contemporains ; mais il ne semble nullement prouvé que les seconds soient une conséquence des premiers.

Le massif ancien Vosges-Forêt-Noire s'est disloqué surtout en raison d'efforts de torsion où les résultantes se sont manifestées principalement dans le sens Est-Ouest. C'est ainsi que se sont formés, non seulement le fossé rhéan lui-même, mais aussi les multiples accidents accessoires de direction moyenne Nord-Sud, qui se continuent en Dinkelberg badois et dans les chaînons du Jura où la direction dominante est normale à celle-ci. Les plis alpins ont réagi différemment et avec plasticité. Certes les accidents tertiaires des Vosges ont été amenés à épouser des directions différentes, conformes à des accidents préalables datant des temps hercyniens ou anté-hercyniens, — et cela à plusieurs reprises. On est ainsi amené à reconnaître :

- a) la direction rhéane SSW-NNE, suivie par beaucoup d'accidents

hercyniens ou hercyniens posthumes ; c'est elle qui domine au Tertiaire lors de l'établissement du fossé rhéan, ainsi que dans les accidents, dits subméridiens, du Jura.

b) la direction varisque SW-NE, surtout dominante lors de l'établissement des accidents hercyniens. Elle a été suivie dans le bord oriental de la cuvette parisienne par des événements tertiaires qui ont mollement plissé cette cuvette. Elle est suivie par l'axe du synclinal de Sarreguemines, de l'anticlinal sarro-lorrain et des plis voisins. Selon la règle de continuité des emplacements de plissements, les plis anté-triasiques avaient déjà joué de même manière et provoqué sur l'emplacement de l'anticlinal sarro-lorrain un amincissement ou une suppression des sédiments saxoniens : (ceci avait amené, sur les conseils de R. NICKLÈS à rechercher la houille dans le prolongement de l'anticlinorium sarro-lorrain). Dans le fossé rhéan lui-même, beaucoup d'accidents de détail ont rejoué selon la direction varisque, tels : les fossés secondaires de Mayence et de Danemarque, l'abaissement tectonique provoquant la dépression de Saverne ; les affleurements éocènes de Bouxwiller, le bassin pétrolier de Pechelbronn, le Tertiaire de Bruchsal, la dépression du Kraichgau sont en direction varisque.



### III. — PRINCIPALES UNITES GEOGRAPHIQUES

---

#### VOSGES HERCYNIENNES.

Dans les Vosges elles-mêmes on reconnaît deux groupes montagneux bien distincts. Au Sud, s'élèvent les hautes montagnes dites parfois Vosges granitiques ou cristallines ; mais ni le granite ni les autres roches cristallines ne constituent leur masse entière ; on les nomme plus exactement Vosges hercyniennes car leur masse fut consolidée et leur structure générale acquise lors des plissements hercyniens. Au Nord, les Vosges gréseuses, Basses Vosges ou Wasgenwald ne sont autres que le bord du plateau lorrain tronqué par une faille et disséqué par l'érosion fluviale. Cette faille est en même temps le bord de la cuvette parisienne. Dans les Vosges méridionales, le bord de cette cuvette est la première côte prélorraine de grès des Vosges.

Les Hautes et Moyennes Vosges sont formées, entre Belfort et Urmatt, de terrains primaires plissés, cristallophylliens, schisteux et schisto-grauwackeux dévono-dinantien avec masses granitiques ; leur structure générale est due à l'orogénèse hercynienne anté-stéphanienne.

Le trait vosgien principal résultant de cette orogénèse consiste en l'existence d'une zone axiale anticlinale de matériel schisto-cristallin et gneissique anté-hercynien, régnant dans les Hautes Vosges centrales entre Remiremont, Urbeis et Ribeauvillé, selon une direction dominante varisque SW-NE, et bordée par les régions synclinoriales schisteuses et schisto-grauwackeuses de la Bruche au Nord, des Ballons au Sud.

Dans la *zone axiale anticlinale*, le matériel schisto-gneissique, d'ailleurs en grande partie noyé dans les granites hercyniens, est ségrégé en massifs orientés en général SSW-NNE. On peut reconnaître, de l'Ouest vers l'Est, en partant du versant lorrain, les principaux massifs schisto-cristallins suivants :

1° — Massif de Remiremont, au Nord de cette ville, entre la Moselle et la Vologne, prolongé au Sud dans la vallée de la Combeauté par le petit massif du Val d'Ajol et au NW par quelques petits massifs accessoires dans la vallée de la Vologne.

2° — Massif d'Urbeis, depuis la Vologne près de Gérardmer jusqu'à la Fave et Urbeis, versants lorrain et alsacien.

3° — Massif de Ste Marie-aux-Mines, le long de la Liepvrette, versant alsacien.

4° — Massif de Ribeauvillé et lame voisine de la Pépinière, le long de la vallée du Strengbach.

Les *régions synclinoriales* schisto-grauwackeuses sont des faisceaux de plis serrés et compliqués de déchirures squameuses offrant une tendance générale au déversement externe, subsymétrique par rapport à la zone axiale : vers le NW dans le massif de la Bruche, vers le SE dans le massif des Ballons.

Dans la *région synclinoriale des Ballons*, les plis hercyniens se montrent respectés par la magmatisme granitique sur le versant alsacien des Vosges ; ils y sont pressés et sinueux et se laissent grouper plus ou moins nettement en quatre zones principales se succédant du Nord au Sud (les plus méridionales étant en partie masquées par leur ennoyage sous le bassin permien de Ronchamp) :

a) zone synclinale septentrionale schisto-grauwackeuse dinantienne du Grand Ballon ;

b) zone de dislocation de la Thur, marquée près d'Oderen par la venue au jour de minces écailles ou fumées schisto-cristallines ou serpentineuses (Treh, Talhorn, Drumont, Hühfels, Abrustschfels), arrachées à un tréfonds anticlinal ancien, par ailleurs non apparent ;

c) zone synclinale méridionale schisto-grauwackeuse dinantienne de Thann, Plancher-les-Mines, Faucogney ;

d) zone anticlinale bordière des massifs belfortains (Saulnot, Salbert, Bois d'Arso) où apparaissent des schistes et calcaires dévoniens.

Dans la *région synclinoriale de la Bruche*, les plis et accidents principaux sont subrectilignes à orientation SW-NE, tendant de plus en plus, dans le massif même, à l'orientation SSW-NNE, au fur et à mesure qu'ils sont éloignés de la région gneissique. La magmatisme granitique a oblitéré une grande partie de ces accidents, notamment dans les deux grands massifs granitiques du Champ-du-Feu et de Sénones-Moyenmou-

tiers. Abstraction faite de ces massifs et de petits massifs granitiques de moindre importance, on reconnaît les zones suivantes depuis la zone axiale vers l'extérieur :

a) zone schisteuse du Climont (en partie masquée sous les dépressions permienes de St Dié et Villé), formée de terrains anté-dévonien disloqués en nombreuses écaillés empilées et glissées vers le NW sous la poussée des masses gneissiques axiales ;

b) zone schisto-grauwackeuse dévono-dinantienne de la Bruche, constituée de faisceaux de plis très serrés, provoquant l'affleurement de Dinantien ; une aire de surélévation marquée aux environs de Schirmeck favorise dans cette zone l'affleurement d'un peu de Dévonien.

La *structure hercynienne* des Hautes et Moyennes Vosges influence peu leur modelé général ; la topographie des massifs gneissiques est à peine plus déprimée que celle des massifs granitiques et schisto-grauwackeux. Toutefois dans la zone du Climont, quelques bandes de roches dures font saillie par rapport aux schistes environnants. Ces traits sont assez exceptionnels.

La *tectonique hercynienne tardive* a marqué davantage son empreinte sur ce modelé, notamment par suite de l'établissement de *bassins de subsidence permien* faillés, de direction dominante varisque SW-NE et dont la topographie déprimée rompt l'unité du bâti hercynien. La dépression de Ronchamp-Giromagny sépare les massifs belfortains (Bois de Saulnot, Bois de la Thure, Salbert, Bois d'Arsot) du massif des Hautes Vosges ; celui-ci est moins nettement séparé du massif de la Bruche et du Champ-du-Feu par la double dépression de St Dié-Villé. Le bassin de la Nideck ne montre que son bord Sud, au voisinage de la Bruche, sa partie Nord étant cachée par les grès vosgiens des Basses Vosges.

C'est la *tectonique alpine* qui a laissé la marque la plus apparente dans la répartition des dénivellations des Vosges. La faille vosgienne dont le rejet est de plusieurs milliers de mètres (souvent remplacée par un réseau de failles de direction dominante rhénane SSW-NNE, parfois varisque SW-NE) sépare le massif hercynien, des collines sous-vosgiennes ou de la plaine rhénane ; elle détermine l'abrupt alsacien des Vosges. D'autres failles alpines en direction dominante rhénane découpent le matériel hercynien lui-même, en blocs monoclinaux dont les gradins s'étagent doucement sur le versant lorrain, plus rapidement sur le versant alsacien. L'une des plus remarquables de ces failles est celle de Pairis, dans la région des lacs Blanc et Noir, dont le rejet atteint 450 à 600

mètres. Dans la région de la Haute Bruche, la faille de Saales dont le rejet peut atteindre 250 mètres provoque en certains points une singulière juxtaposition de buttes témoins triasiques à sommets tabulaires avec une aire de pénéplaine post-hercynienne voisine.

La grande dislocation de direction rhénane SSW-NNE (Liepvre, Ste Marie, Le Bonhomme, Le Valtin, La Bresse) paraît être un accident hercynien postérieur aux magmatisations, rajeuni en failles ou faisceaux de failles radiales en des temps post-hercyniens et pour la dernière fois peut-être lors de l'orogénèse alpine ; elle est en effet en rapport avec l'orientation et l'emplacement de différents secteurs de vallées de la Liepvrette, de la Meurthe, du bassin de la Moselle (colline de Vologne) et de la Saône.

En fin de compte, cette tectonique des failles alpines donne aux Vosges leur inclinaison douce vers le Nord et l'Ouest ; elle règle la répartition des crêtes en lignes successives de direction rhénane : crêtes orientales du Grand Ballon — crêtes médianes du Petit Ventron, Hohneck, Hautes Chaumes, Brézouard — crêtes occidentales de Rondfeing, Chaume de Serichamp, Chaume de Lusse, Champ du Feu. C'est aussi la tectonique alpine qui a dirigé en grande partie l'installation du réseau fluvial vosgien. On lui doit l'existence des petits amas volcaniques tertiaires de Ribeauvillé et d'Orbey.

Les hauts sommets plats et les longues crêtes faitières des Hautes et Moyennes Vosges, dits *ballons et chaumes*, ne sont à peu de choses près que les restes de la pénéplaine post-hercynienne, exhumée de sa couverture tabulaire, puis entaillée par l'érosion après le rajeunissement alpin : Grand Ballon 1423 m, Ballon d'Alsace 1248 m, Ballon de Servance 1189 m, Grand Ventron 1202 m, Rainkopf 1319 m, Hohneck 1365 m, Hautes Chaumes 1304 m, Bressoir ou Brézouard 1229 m, Champ du Feu 1098 m.

En réalité les surfaces faitières des Hautes Vosges représentent un complexe de pénéplaines coïncidant à peu près entre elles, mais dont quelques-unes peuvent pourtant être distinguées. La pénéplaine post-hercynienne principale (anté-stéphaniennne) ici sensiblement identique aux pénéplaines post-houillère et post-permienne, doit passer à une centaine de mètres plus haut que les crêtes centrales (le Brézouard et le Grand Ballon en sont peut-être les monadnocks témoins) ; assez fortement déformée, elle se retrouve aux pieds des buttes témoins de grès des Vosges et de la corniche gréseuse prélorraine. Les crêtes centrales appartiennent en majeure partie à une pénéplaine tertiaire principale, sans

doute miocène, qui se tient ici vers 1300 m et s'abaisse périphériquement moins rapidement que la pénéplaine hercynienne. Une pénéplaine des cols (H. BAULIG) vers 1200 m est moins déformée encore que la précédente. Des surfaces d'érosion pliocènes et quaternaires sont reconnaissables dans les vallées à des altitudes décroissantes (H. BAULIG, A. BRIQUET, C. SITTIG).

La pénéplaine post-hercynienne porte quelques sommets isolés de grès vosgiens triasiques, buttes témoins de l'ancienne extension de sa couverture tabulaire ; le grès y repose directement sur le socle hercynien (tels le Grand Hohnack 984 m, le Petit Hohnack 976 m, le Taennchel 992 m), ou en est séparé par un coussin permien (tels le Haut-Koenigsbourg 726 m, le Jungwald du Chalmont 855 m, l'Ungersberg 907 m, le Climent 956 m, l'Ormont 895 m, le Solamont 827 m, le Donon 1008 m). A Aubure, un lambeau de couverture tabulaire du Muschelkalk inférieur gréseux est conservé dans un petit fossé d'affaissement entre deux failles.

La morphologie des Hautes Vosges est fortement impressionnée par les actions glaciaires : les profils des vallées et surtout les cirques glaciaires sont très caractéristiques ; les lacs sont fréquents (certaines de ces dépressions sont comblées par de la tourbe post-glaciaire) ; quelques arêtes vives façonnées entre les cirques donnent à certains flancs de vallées un cachet alpestre (tels les Spitzkoepfe de Metzeral). Actuellement les Hautes Vosges sont enneigées pendant une partie de l'hiver ; des paquets de neige peuvent persister exceptionnellement en août en quelques coins ombreux.

La montagne qui çà et là porte des vignobles contre ses premières pentes alsaciennes est presque entièrement couverte de forêts où dominent le Sapin et le Hêtre ; l'Epicéa introduit par l'homme y est également abondant. Les crêtes au-dessus de 1200 m sont généralement déboisées ; ce sont des chaumes, pâturages ou landes avec Bruyères et Myrtilles, où subsistent quelques Hêtres rabougris et où s'installent parfois des tourbières bombées. Certains coteaux et fonds de vallées ont été activement déboisés par l'homme.

#### BASSINS PERMIENS INTRA-VOSGIENS.

Dans les bassins permien de Ronchamp, St Dié, Villé, la montagne

fait place à des collines de topographie molle, parfois rompue par quelques abrupts déterminés par des lits gréseux ou par des coulées volcaniques ; ces abrupts peuvent être soulignés par d'étroites gorges épigéniques (gorge du Champenay dans le grès de Champenay) ou des chutes d'eau (cascade de la Nideck, près d'Oberhaslach, due à une coulée rhyolitique). En ces régions, la pénéplaine post-permienne est généralement peu apparente, sauf au pied de la corniche gréseuse prélorraine ou des buttes témoins triasiques (tels le Climont, le Chalmont, l'Ungersberg, l'Ormont). Les collines permienes sont occupées par la culture, les abrupts gréseux ou volcaniques par la forêt.

#### CORNICHES GRÉSEUSES PRÉLORRAINES.

La bordure tabulaire occidentale des Vosges hercyniennes constitue les côtes gréseuses prélorraines (ou bordure de la cuvette parisienne), qui s'étendent depuis le Cherlmont près de Ronchamp au Sud, jusqu'au Schneeberg près de Wangenbourg au Nord. La côte est particulièrement nette lorsque la table de grès vosgien, couronnée d'un banc dur de poudingue de Ste Odile, est séparée de la pénéplaine post-hercynienne par un coussin de roches permienes peu résistantes à l'érosion : il en est ainsi aux environs de Ronchamp, au Sud de Remiremont, entre Bruyères et le Schneeberg. La corniche prélorraine se tient à 570 m au Cherlmont, vers 400 m à Ronchamp, entre 500 et 700 m au Sud de Bruyères, à 654 m au Bois de la Madeleine près de St-Dié, entre 600 et 700 m près de Senones, entre 800 et 1000 m en bordure de la Bruche (Noir Brocard 802 m, Noire Côte de Champenay 905 m, Chatte Pendue 900 m, Roche de Mutzig 1009 m, Schneeberg 961 m).

La côte gréseuse prélorraine est boisée de Hêtres et de Sapins, le sous-bois est riche en Myrtilles, la chaume y est rare ; les neiges y demeurent peu, sauf en quelques niches orientées au Nord et qui sont marquées de l'empreinte glaciaire (tourbière de la Maxe, Rond Pertuis).

## BASSES VOSGES GRÉSEUSES OU WASGENWALD.

Aux abords du Schneeberg, la côte gréseuse prélorraine est entaillée par la faille vosgienne et, au Nord de Wangenbourg, c'est décidément cette faille (ou ce réseau de failles) qui provoque l'escarpement des Vosges gréseuses ; les sommets, couronnés souvent de poudingue de Ste Odile, ne sont que le bord du plateau lorrain, entaillé par la faille, puis festonné par l'érosion, notamment par l'érosion fluviale à drainage alsacien (affluents de la Bruche, Zorn, Moder, Sauer, Lauter).

Ses sommets s'abaissent rapidement au Nord du Schneeberg (Geisfels 616 m, Brotschberg 560 m, Haut-Barr 458 m) ; entre la Zorn et la Zinzel septentrionale, ils se tiennent vers 400 m ; plus au Nord, ils dépassent 500 m (Grand Wintersberg 581 m, Scherhohl 506 m). Ces différences d'altitude sont d'origine structurale, les parties basses correspondant à la dépression tectonique de Saverne. L'élévation des Vosges gréseuses septentrionales permet à la pénéplaine post-hercynienne de réapparaître en boutonnière dans le fond du vallon du Jaegerthal à Windstein (granite) et dans la vallée de la Lauter, à Weiler près de Wissembourg (complexe schisto-grauwackeux dinantien). Au Nord de la Lauter, le même régime de plateau gréseux sectionné par la faille vosgienne se continue dans le Pfälzerwald et la Hardt, dont les vallons entaillent parfois le socle hercynien. Le Wasgenwald et ses pentes lorraines sont presque entièrement boisées de Sapins et de Hêtres.

## COLLINES SOUS-VOSGIENNES.

Tout au long de la faille vosgienne, au pied des Vosges hercyniennes et gréseuses, s'étend une bande de collines sous-vosgiennes, faites de couches triasiques, jurassiques et tertiaires, parfois faiblement plissées, toujours fracturées en de nombreux compartiments s'étageant en gradins ou alternant en petits fossés et petits horsts dans le grand fossé rhénan. Les failles d'âge alpin qui ont toutes directions, tendent cependant à s'ordonner en deux systèmes principaux, l'un de direction rhénane SSW-NNE, l'autre de direction varisque SW-NE.

Les compartiments triasiques gréseux sont montagneux, abrupts et forestiers (Hêtres, Sapins) ; les compartiments de calcaire coquillier, de calcaires et marnes jurassiques et tertiaires sont arrondis, peu élevés, couverts de vignobles au Sud, de houblonnières et fromentières au Nord ; les compartiments de marnes keupériennes, souvent déprimés et humides, portent des prés et cultures pauvres ; un affleurement exceptionnellement large de grès rhétien porte près de Niederbronn la forêt de Froret (Hêtres) ; des placages de sables et galets pliocènes décalcifiés, très peu fertiles, sont parfois plantés de bois (Pins de la forêt de Haguenau). Mais un manteau loessique atténue vers l'Est les dissemblances du sous-sol et favorise l'extension du froment et autres cultures riches (Tabac). Les meilleurs vignobles d'Alsace en Haut-Rhin et dans la partie méridionale du Bas-Rhin sont installés principalement sur les coteaux calcaires marneux sous-vosgiens ou sur les pentes d'éboulis.

La bande de collines sous-vosgiennes est parfois nulle ou étroite : face à Sélestat ou Colmar par exemple, la montagne granitique domine directement les terrasses de la plaine alluviale rhénane. Le Quaternaire de la plaine rhénane ou l'Oligocène vient s'appuyer directement contre la montagne à Roderen (contre la grauwacke de Ramersmatt), à Orschwiller et Kientzheim (contre le gneiss et le granite), à Scherwiller-Dambach (contre le granite). D'autres fois, cette bande est très large, s'étalant en *champs de collines* dits aussi *champs de fractures*, parce que les failles y sont sinon plus nombreuses, du moins plus apparentes qu'ailleurs.

Le *champ de collines de Belfort* appartenant au système de petites unités géographiques dont l'ensemble constitue la « Porte de Bourgogne », atteint quelques km de largeur sur 25 km de longueur ; on y voit du Trias et du Jurassique, y compris le Jurassique supérieur (Kimméridgien). Les hauteurs de grès et calcaires triasiques, la dépression keupérienne, la corniche jurassique moyenne, la dépression ou combe oxfordienne, la corniche jurassique supérieure s'y succèdent à peu près régulièrement, mais rapidement, les couches étant fort inclinées, parfois étirées et chevauchantes (dispositif en relation avec le plissement jurassien). Les couches sont horizontales à Montbéliard où règne le Kimméridgien. Le premier symptôme d'anticlinal jurassique se montre un peu au Sud de Ste Suzanne, où réapparaît le Bajocien.

Le *champ de collines de Lauw-Sentheim* n'a guère qu'un km de largeur ; on y reconnaît pourtant (S. GILLET et D. SCHNEEGANS) :

Permien, Trias, Jurassique presque complet (du Rhétien au Rauracien), Eocène sidérolithique, Oligocène ; les couches y sont subverticales, un peu étirées ; les failles ont une direction subméridienne.

Le *champ de collines de Guebwiller-Rouffach*, entre Vieux-Thann et Eguisheim, atteint 8 km de largeur devant Rouffach et comporte entre autres formations : Permien, grès vosgien constituant d'importants massifs montagneux (Forêt de Pfaffenheim 493 m), Muschelkalk, Jurassique (du Lias au Bajocien), Oligocène ; les couches sont horizontales ou peu inclinées, les failles sont nombreuses.

Le *champ de collines de Ribeauvillé*, entre Turckheim et St-Hippolyte, atteint 4 km de largeur ; les calcaires du Muschelkalk et du Jurassique moyen y dominent ; les couches sont peu inclinées, fortement fracturées. A Riquewihr, une petite venue volcanique tertiaire perce les dépôts secondaires. La plupart des formations triaso-jurassiques y sont présentes, depuis le grès des Vosges jusqu'à l'oolithe bajocienne, le calcaire d'eau douce éocène, le conglomérat oligocène (N. ARABU, G. DUBOIS et M. RUHLAND).

Le *champ de collines de Saverne* s'étale à travers le département du Bas-Rhin, de Dambach à Wissembourg, à la faveur de la dépression tectonique savernoise qui affecte tout le système rhénan. Il atteint 20 km de largeur face à Saverne, englobant les importants massifs montagneux boisés, parfois peu distincts des Vosges gréseuses, de Ste Odile, Guirbaden, Wangenbourg, Hochwald (500 à 800 m). On y connaît toute la série stratigraphique, du Trias inférieur au Jurassique moyen jusqu'au Callovien, ainsi que l'Eocène et l'Oligocène. Les couches sont horizontales ou faiblement inclinées en général, parfois légèrement ondulées. Quelques unités tectoniques sont particulièrement remarquables : tels le horst du Kronthal-Kochersberg à noyau triasique gréseux et à couverture marno-calcaire triaso-jurassique, — le fossé de Balbronn à fond de Muschelkalk et de Keuper, — la dépression anticlinale keupérienne de Neuwiller-Ingwiller, — le fossé de Lembach formé surtout de Muschelkalk entre les Vosges gréseuses et le horst triasique gréseux du Hochwald.

Dans cet ensemble se perçoivent parfois quelques traits de la structure tabulaire simple, avec corniches calcaires dominant des dépressions marneuses, telles : la corniche marnolitique marsallienne du Kochersberg 301 m, — celle de calcaire coquillier supérieur du Schnabelberg-Martelberg devant Saverne 245 m, — celles de calcaire oolithique bajocien et con-

glomérat oligocène, parfois peu distinctes l'une de l'autre, du Nationalberg 321 m et du Bischenberg près d'Obernai 361 m, du Horn de Wolxheim 274 m et du Scharrachberg 316 m, des deux Bastberg 325 et 324 m, près de Bouxwiller. Mais ces traits morphologiques sont très discontinus, souvent brouillés par les failles nombreuses et désordonnées. La petite venue volcanique tertiaire de Gundershoffen près de Reichshoffen ne joue pas de rôle marquant dans la morphologie régionale.

### PLAINE RHÉNANE.

La plaine rhénane s'abaisse de 225 m à Bâle à 110 m à Lauterbourg (138 m à Strasbourg). Elle est parcourue par le Rhin et ses affluents : l'Ill (recevant la Doller, la Thur, la Lauch, la Fecht, la Weiss, le Giesen et la Bruche), la Zorn, la Moder, la Sauer et la Lauter. Elle est couverte par les alluvions de ces cours d'eau étagées en terrasses. Ces alluvions elles-mêmes ont une grande épaisseur : 75 m à Strasbourg, 195 m à Sundhouse près de Sélestat, 120 m à Ensisheim.

Les terrasses sont généralement couvertes de limons loessiques, atteignant parfois 20 mètres d'épaisseur ou davantage. Elles portent alors de riches cultures : fromentières, houblonnières, champs de maïs et de tabac. Les cônes alluviaux des rivières vosgiennes et les basses terrasses latérales, sans couverture loessique, portent des forêts plus ou moins intactes. La forêt de la Hardt (Chênes) occupe les terrasses caillouteuses du Rhin entre Saint-Louis et Neuf-Brisach. L'Ochsenfeld, cône alluvial de la Thur à son débouché en plaine rhénane, porte encore de maigres buissons, continués vers l'Est et le NE par le bois de Nonnenbruch. La forêt de la base terrasse sableuse de la Bruche est à peu près entièrement détruite. La terrasse de Hoerd, cône alluvial sableux de la Zorn, est occupé en partie par la forêt de Brumath, en partie par des champs d'asperges. La basse terrasse sablo-caillouteuse de la Moder et les surfaces à sous-sol pliocène qui s'y relie portent la grande forêt de Haguenau, où le Pin a été planté sur de vastes espaces. La basse forêt du Mundat est, en territoire français, une petite partie du Bienwald qui s'étend largement sur la rive gauche allemande de la Lauter.

La plaine alluviale actuelle est traversée par de nombreux méandres de l'Ill et du Rhin, fleuve dont le cours actuel est presque entièrement

artificiel. Aux abords mêmes du fleuve, les alluvions sont surtout caillouteuses et la plaine porte des forêts humides telles celle de Strasbourg. En certains points de la basse plaine alluviale, notamment au bord des terrasses, les alluvions vaseuses et tourbeuses constituent le *ried* marécageux qui, drainé et aménagé, est transformable en terrains de cultures maraîchères.

#### SUNDGAU.

Le Sundgau est une contrée de plateaux faiblement accidentée qui s'étend entre Mulhouse, Bâle et Delle, et dont l'altitude variant de 250 à 500 m, atteint en moyenne 450 à 470 m. Son sous-sol est essentiellement constitué par l'Oligocène sableux, argileux ou marneux faillé, à couverture de graviers pliocènes et quaternaires et de loess. Les plateaux du Sundgau sont couverts de pâturages, de cultures et de petits bois.

La partie orientale du plateau sundgovien parcourue par l'Ill et la Largue, correspond à un bloc tectonique élevé dans le fossé rhénan : *horst de Mulhouse* ; les marnes et calcaires durs y sont fréquents dans l'Oligocène ; sa surface descend du pied du Jura jusqu'aux faubourgs de Mulhouse ; les vallées y sont bien entaillées avec flancs raides. La partie occidentale et nord-occidentale du Sundgau correspond à une région tectoniquement affaissée : fossé de Dannemarie-Froidfontaine, où dominant dans l'Oligocène les marnes et les sables à lits marneux ; la topographie y est molle, les étangs y sont nombreux. Cette partie du Sundgau passe aux collines tertiaires belfortaines de la Porte de Bourgogne, que traversent la Savoureuse, l'Allaine et la Bourbeuse.

#### JURA ALSACIEN.

La partie méridionale du département du Haut-Rhin est traversée par les chaînons les plus septentrionaux du Jura. Ferrette est le centre de ce Jura alsacien qui comporte une série de chaînons anticlinaux fortement

arqués ou allongés en direction Ouest-Est. Les anticlinaux sont formés de Lias ou de Jurassique moyen ; les synclinaux contiennent le Jurassique supérieur et parfois l'Oligocène. Des failles transverses de décrochement, de direction subméridienne, délimitent des compartiments où les plissements montrent une certaine indépendance vis-à-vis de ceux des compartiments voisins ; elles contribuent ainsi à rompre la continuité du relief classique du Jura. Pourtant près de Ferrette les combes oxfordiennes se suivent assez nettement. L'anticlinal courbe de la Montagne de Ferrette, le plus septentrional, offre une retombée assez brusque sur le plateau du Sundgau. En territoire suisse voisin, certains plis présentent des décollements avec chevauchement vers le Nord.

De larges cuvettes synclinales s'intercalent dans le faisceau de plis : celle d'Oltingue parcourue par l'Ill contient de l'Oligocène moyen et supérieur ; celles de Laufen, de Charmoille, de Delémont en Suisse renferment du Miocène. Les hauteurs du Jura alsacien atteignent 800 m et sont généralement couvertes de forêts (Hêtres).

#### PORTE DE BOURGOGNE.

La Porte de Bourgogne est un ensemble de petites unités géographiques et tectoniques qui, de Belfort à Montbéliard et Porrentruy, prennent place entre les Vosges et le Jura d'une part, la dépression rhénane et la dépression saônoise d'autre part. Au point de vue hydrographique, elle appartient au bassin de la Saône. Entre Belfort et l'Ognon, on y suit une corniche de calcaire jurassique moyen, une combe marneuse oxfordienne, une corniche de calcaire jurassique supérieur. Ces corniches s'effacent vers le Nord-Est, sabrées en biseau par la faille vosgienne (bien nette entre Chagey et Chalonvillars), en même temps que les hauteurs vosgiennes se dégagent peu à peu ; elles font ainsi place vers l'Est aux collines sous-vosgiennes belfortaines, dont les couches sont redressées, étirées, glissées et faillées. Elles dominent une série de coteaux à sous-sol oligocène qui se développe largement vers l'Alsace. Au Sud, la Porte de Bourgogne est une suite de plateaux préjurassiens, hâchés de failles subméridiennes nombreuses entre l'Ognon et le Doubs, beaucoup moins fracturés à l'Est du Doubs où ils constituent l'Ajoie.

## PLATEAU LORRAIN.

Aux côtes gréseuses prélorraines et aux Vosges gréseuses font suite vers l'Ouest les plateaux lorrains, ensemble tabulaire de couches subhorizontales triasiques et jurassiques, en succession régulière, soulignées par des buttes témoins. En bordure de l'Alsace, se remarquent surtout les plateaux de grès vosgiens et bigarrés couverts de forêts et ceux de Muschelkalk couverts de culture, auxquels fait suite la contrée déprimée du Keuper, parsemée d'étangs. Une partie du département du Bas-Rhin, surnommée *Krummes Elsass* ou *Alsace Tortue*, déborde largement sur le plateau lorrain jusqu'en dépression keupérienne à la *Petite-Pierre*, *Diemeringen*, *Drulingen*, *Sarre-Union*.

Des ondulations tectoniques à grand rayon de courbure découpent le plateau lorrain en quelques unités principales : anticlinal des *Faucilles* d'axe Ouest-Est *Xertigny-Remiremont*, où la *pénéplaine post-hercynienne* apparaît parfois sous une couverture de grès bigarré ; — synclinal de *Sarreguemines*, dont l'axe SW-NE se suit de *Château-Salins* jusqu'à *Kaiserslautern* ; — anticlinorium de *Lorraine septentrionale* dont l'élément principal est l'anticlinal de *Sarrebruck*.

Le drainage fluvial du plateau lorrain est effectué pour la plus grande partie par la *Moselle*, la *Meurthe*, la *Sarre*, et, au Sud de l'anticlinal des *Faucilles*, par la *Saône*. Toutefois la *Bruche* et plus encore les rivières de *Basse Alsace* sollicitent directement vers l'Est les eaux du plateau lorrain (en certains points jusqu'à une dizaine de kilomètres de son bord alsacien).

## SCHWARZWALD — PAYS DE BADE — PLATEAUX WURTEMBERGEOIS.

Le pays badois (N. *THEOBALD*) est dans une certaine mesure la réplique de l'Alsace par rapport à l'axe de symétrie rhénan. Le *Schwarzwald* répond aux *Vosges hercyniennes*, mais s'étend plus au Nord que les *Hautes et Moyennes Vosges*, et les affleurements de *gneiss* y occupent une étendue considérable. La dépression de *Langenbrücken* correspond à celle de *Saverne*, avec un moindre développement des collines triaso-

jurassiques. L'Odenwald a un manteau tabulaire triasique plus érodé que celui du Pfälzerwald et de la Hardt auquel il fait face très au Nord-Est. Le Kraichgau rappelle dans l'ensemble la Lorraine sarrebourgeoise mais la Schwäbische Alb montre dans ses corniches successives des orientations toutes différentes de celles des corniches lorraines. Le plateau wurtembergeois rappelle le plateau lorrain et son bord gréseux enveloppe le Schwarzwald d'une côte subsymétrique de la côte gréseuse prélorraine : le Hornisgrinde (1104 m) que l'on voit de Strasbourg est un avant-mont de cette côte gréseuse triasique sur soubassement granitique.

Une bande de collines assez comparables aux collines sous-vosgiennes longe le pied du Schwarzwald. Le Dinkelberg, champ fracturé à la pointe Sud-Ouest du massif hercynien montre surtout le Muschelkalk ; l'Isteiner Klotz dresse au bord du Rhin un escarpement faillé de calcaires jurassiques (Rauracien, Séquanien) et de couches oligocènes ; les collines de Kandern-Müllheim et de Freiburg-in-Breisgau sont faites surtout de Trias, Jurassique inférieur et moyen et d'Oligocène ; celles d'Emmendingen-Lahr et d'Oos de Trias inférieur ; dans la dépression de Langenbrücken le Jurassique est affaissé au pied du plateau de Muschelkalk.

Entre Colmar et Freiburg-in-Breisgau, la plaine badoise est morcelée par le horst du Tuniberg où apparaissent le Tertiaire et un peu de Jurassique et qui relie les collines du Breisgau au massif volcanique du Kaiserstuhl à soubassement tertiaire. Les pointements de nature volcanique de Alt-Breisach et de Limburg, près de Sasbach, isolés de la masse du Kaiserstuhl (altitude 560 m, vieux volcan recouvert d'un manteau loessique atteignant jusqu'à 25 m d'épaisseur), dominant immédiatement le cours du Rhin face à la rive alsacienne. D'une manière générale, le Rhin coule plus près du Schwarzwald que des Vosges, aussi la plaine badoise est-elle moins large que la plaine alsacienne.

## IV. — LE CLIMAT

---

Le climat de l'Alsace présente beaucoup de diversité en fonction de l'altitude et des conditions orographiques (G. REMPP).

### VENTS.

Dans la plus grande partie de l'Alsace, les vents dominants viennent du Sud-Ouest (ceci est particulièrement net à Mulhouse). Toutefois la direction subméridienne du fossé rhénan tend dans une certaine mesure à orienter les vents dans le sens du couloir, soit au Nord, soit au Sud ; mais la dominance demeure nettement Sud-Ouest.

### PRÉCIPITATIONS ATMOSPHÉRIQUES.

La pluviosité est forte dans la montagne, faible dans la plaine à l'abri des hauteurs. Il existe autour de Colmar un ombilic de plus faible pluviosité, faisant face aux fortes pluviosités des Vosges géromoises. Colmar, les côteaux sous-vosgiens et la plaine environnante ont un climat sub-step-pique. A une moyenne annuelle de hauteur de pluie d'environ 2.000 mm sur les sommets des Hautes Vosges, s'oppose une moyenne de 700 mm à Strasbourg et Mulhouse, et seulement 500 à Colmar.

Les chutes de neige couvrent les hauts sommets d'environ décembre à mars et permettent les sports d'hiver.

## TEMPÉRATURE.

Le régime des températures moyennes annuelles en Alsace est avant tout sous l'influence de l'altitude. Les minima de ces températures se trouvent au voisinage des crêtes des Hautes Vosges (3°4 au Grand Ballon) ; la plaine se tient au voisinage de 10°, avec maximum très net dans la région colmarienne (10°6) et des températures légèrement plus basses vers le Nord et vers le Sud (9°7 à Strasbourg et 9°9 à Mulhouse).

Des inversions de températures sont fréquentes en hiver, le couloir rhénan étant alors occupé par une masse stagnante d'air froid, ce qui provoque la condensation de forts brouillards, alors que la montagne jouit au même moment d'une atmosphère pure et d'un beau soleil. Cette condensation des brouillards en hiver dans la basse plaine, placée sous un régime froid et continental, paraît avoir joué jadis un rôle important lors du dépôt des fines poussières dont l'accumulation a constitué les loess de la plaine d'Alsace, totalement inconnus en montagne et dans les vallées vosgiennes (J. FRANC DE FERRIÈRE).

En résumé, l'Alsace présente au point de vue climatique deux types opposés : un type nord-atlantique au sommet des Vosges et un type continental en plaine. Le climat atlantique et tempéré de l'Europe occidentale essaie de faire sentir son influence par la Trouée de Belfort.

---

# VOGES HERCYNIENNES

Schéma au 1:100 000

- |                                        |                                           |  |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|--|
| Post hercynien<br>hercynien<br>pothume | Post permien                              |  |
|                                        | Permien                                   |  |
| Hercynien                              | Houiller                                  |  |
|                                        | Granite                                   |  |
|                                        | Série schisto-grauwackeuse dévono-dinant. |  |
| Matériel préhercynien                  | Série schisteuse du Climont               |  |
|                                        | Gneiss                                    |  |
|                                        | steigé                                    |  |
|                                        | Villé et Lubine                           |  |

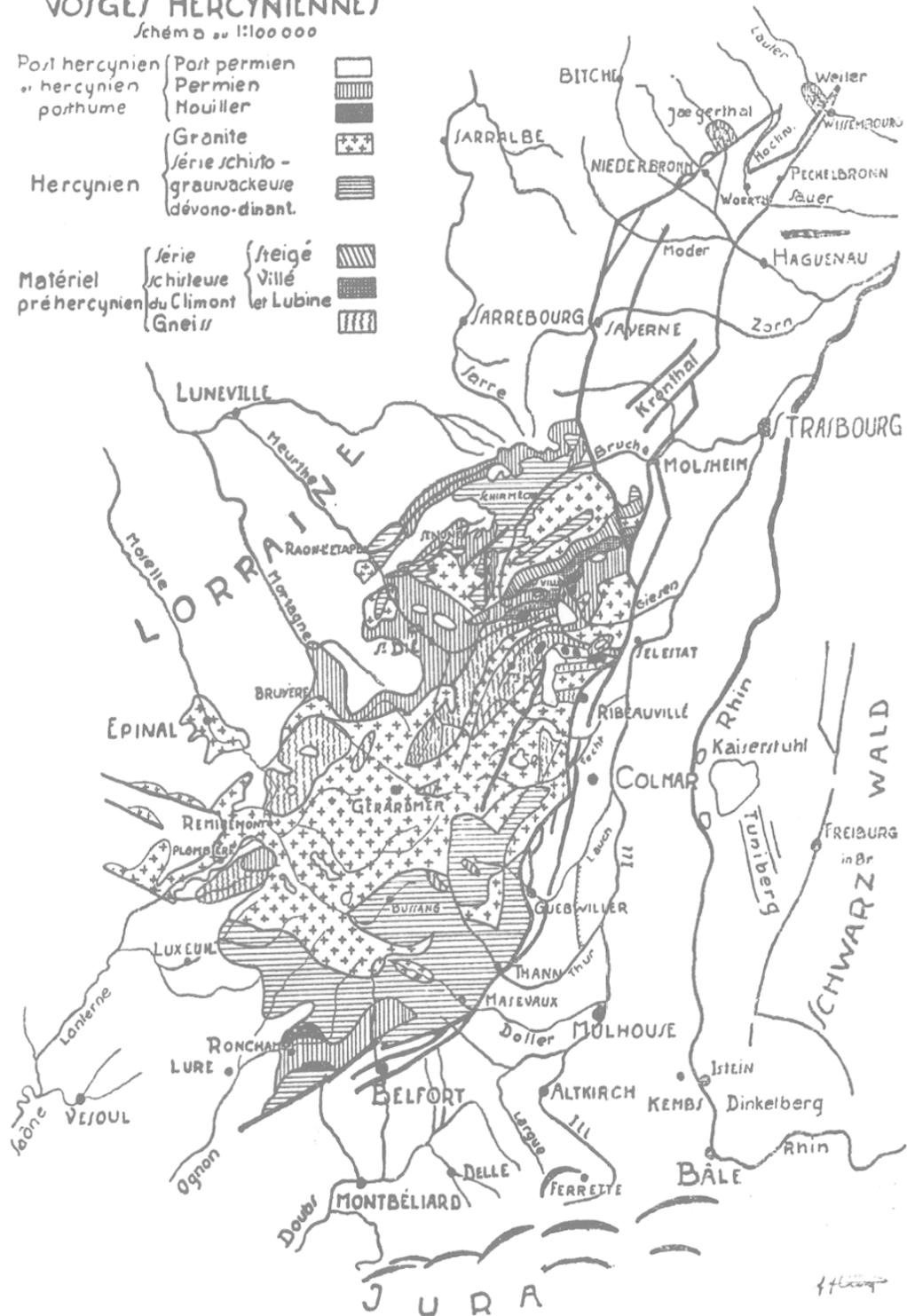


Fig. 1. — Carte géologique schématique de l'Alsace.

## V. — SÉRIE STRATIGRAPHIQUE ET HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE L'ALSACE

---

Toute la série stratigraphique n'est pas représentée en Alsace : le Silurien et le Crétacé y manquent totalement, d'autres systèmes y sont fort incomplets. Les grandes coupures naturelles de la série stratigraphique, déterminées par des événements tectoniques suivis de dénudations, ne se sont pas produites justement aux coupures conventionnelles de l'histoire du globe établies par les géologues. C'est ainsi que la grande série d'événements que constitue l'orogénèse hercynienne dans les Vosges s'est produite à la fin du Carbonifère inférieur (Dinantien) et au début du Carbonifère moyen (Westphalien inférieur ou Namurien). Au point de vue tectonique, l'histoire du Carbonifère moyen et supérieur et du Permien dans les Vosges est donc plus en rapport avec celle du Secondaire qui suivra, qu'avec celle du Carbonifère inférieur qui précédait.

Les divers terrains d'Alsace se groupent en séries distinctes. :

- 8 — Série pliocène et quaternaire
- 7 — Série oligo-miocène
- 6 — Série éocène
- 5 — Série triaso-jurassique
- 4 — Série permienne
- 3 — Série houillère
- 2 — Série schisto-grauwackeuse dévono-dinantienne avec granites hercyniens
- 1 — Série schisteuse et schisto-cristalline gneissique avec granites anciens.

**I. — Série schisteuse  
et schisto-cristalline gneissique.**

Il s'agit d'un ensemble occupant une place considérable dans la masse des Vosges hercyniennes, où ces formations constituent un matériel ancien repris par les plis hercyniens. Les éléments qui forment cet ensemble sont intimement liés les uns aux autres en une vaste série métamorphique, à métamorphisme croissant du Nord au Sud. Toutefois pour plus de facilité dans l'exposition, il sera d'abord décrit séparément : A) la **série gneissique**, B) la **série schisteuse** du Climont. Un résumé général sur la série schisteuse et schisto-cristalline gneissique suivra cette description.

**A. — SÉRIE GNEISSIQUE.**

Le gneiss et les diverses roches schisto-cristallines qui lui sont associées (calcaires et cipolins, amphibolites, serpentines, gneiss granitiques et quelques granites) sont répartis dans les Vosges centrales en massifs dont les trois plus importants, allongés au Sud dans la direction SSW-NNE, et au Nord dans la direction SW-NE, sont ceux de Remiremont-Laveline, de Fraize-Urbeis, de Ste Marie-aux-Mines. L'ensemble réalisé par le gneiss de Ribeauvillé et les mélanges de gneiss et granites de Kaysersberg et Trois-Epis constitue également un grand massif allongé du SSW au NNE, élargi à sa limite septentrionale selon la direction SW-NE. Il en est d'autres moins étendus en Lorraine, tels ceux du Val d'Ajol, de Champdray, du Tholy, de Liézey, de Longemer et du Valtin, des Belles Huttes en Colline de Vologne, — ainsi qu'en Alsace, tels ceux de la Taupré à Aubure, de la Pépinière de Ribeauvillé, du Treh près du Markstein. Ces différents massifs sont séparés les uns des autres par des masses intrusives granitiques hercyniennes, ou isolés en écaillés tectoniques par dislocation hercynienne.

Si l'on fait abstraction des venues granitiques hercyniennes et des terrains de la couverture post-hercynienne, on observe que les gneiss des Vosges semblent appartenir à une même vaste masse principale s'étendant entre Bruyères, St-Dié, Villé, Kintzheim, Ribeauvillé, Wihr-au-Val, La Bresse, Val d'Ajol, Remiremont, bordée au NW par des micaschistes et des schistes anciens, au SE par des grauwackes dinantiennes.

Cette même masse se prolonge très loin au SW d'Epinal, où elle affleure en quelques pointements sous le grès des Vosges, aux environs de Martigny et Contréville. Ce sont également des gneiss qu'ont touchés, sous le Trias, le Permien ou le Houïller, les sondages de Gironcourt-sur-Vraine et St-Menge entre Mirecourt et Neufchâteau, d'Aulnois près de Neufchâteau, de Foulain près de Chaumont, de Brion-sur-Durce près de Châtillon-sur-Seine.

Une masse de moindre importance, celle de la Thur, se laisse déceler par l'affleurement, parmi les grauwackes dinantiennes, du gneiss du Treh et du Talhorn, avec gabbros et serpentines associés (J. JUNG) ; en outre la proximité d'un tréfonds anticlinal ancien est indiquée par la fréquence d'éléments gneissiques remaniés dans le conglomérat dinantien des environs d'Oderen (A. MICHEL-LÉVY).

Les roches gneissiques des Vosges (étudiées surtout par A. DELESSE, P. CARRIÈRE, E. ROSEBUSCH, P. GROTH, B. WEIGAND, H. BÜCKING, A. RHEIN, L. DURR, J. JUNG) sont essentiellement paragneissiques, c'est-à-dire issues de roches sédimentaires par catamorphisme ou métamorphisme général profond le plus accentué : gneiss, gneiss graphitiques, gneiss quartzitiques, gneiss à pyroxène, à amphibole, calcaires cipolins. Certaines de ces roches proviennent cependant de la transformation de laves volcaniques basiques intercalées dans les sédiments de même âge général ou à peine plus jeunes qu'eux, et métamorphisés avec eux : amphibolites, gabbros et serpentines.

La roche dominante des massifs gneissiques est le gneiss commun quartzo-feldspathique, facilement altéré en affleurement, à mica noir ferro-magnésien (biotite) ; il est dû au métamorphisme d'ensemble schisto-gréseux. Il est des variétés de gneiss issues de schistes peu gréseux, chargées de silicate d'alumine ferrifère (sillimanite) ou d'alumino-silicates divers (cordiérite, grenats), aux environs de Ste Marie-aux-Mines, Petit-Rombach, Echery, La Croix-aux-Mines. D'autres variétés provenant de lits gréseux sont très quartzieuses et passent aux quartzites aux environs de Ste Marie-aux-Mines, Wissembach ; certaines sont chargées de graphite par métamorphisme de matière organique à Wissembach, Gemaingoutte, la Hongrie, Rombach-le-Franc, tunnel de Ste Marie-aux-Mines.

Certains gneiss sont à pyroxène à la Hingrie près de Rombach-le-Franc, à St Blaise près de Ste Croix-aux-Mines, à St Philippe, ou à amphibole et paraissent provenir le plus généralement de la transformation de marnes calcaires. Les gneiss à pyroxène sont fréquemment modifiés par altération avec néoformation d'ouralite, chlorite, épidote, au Rauenthal près d'Echery par exemple.

Les cipolins ou calcaires cristallins provenant du métamorphisme de calcaires et dolomies sont riches en minéraux de métamorphisme magnésiens ou calco-magnésiens (mica blond phlogopite, péridot, forstérite, pyroxène, diopside) ; ils contiennent parfois comme à St-Philippe des enclaves gneissiques. Leurs gisements les plus remarquables sont à St Philippe, la Bourgonde près de Ste Marie, au Chauffour de Sur l'Hâte, à Petite Liepvre, sous les Bagenelles, ainsi qu'à Gemaingoutte, Laveline, le Chippal près de Fraize. A Haute-Mandray, près de St Léonard-sur-Meurthe, une lentille de dolomie paraît dériver d'un cipolin par métamorphisme régressif hydrothermal, peut-être assez récent (J. JUNG).

Les amphibolites à amphibole hornblende verte ou brune, paraissent dériver dans certains cas de marnes calcaires et ferrugineuses, et dans d'autres cas de coulées de lave basaltiques intercalées dans les sédiments maintenant gneissifiés, ne constituent jamais de grands massifs, mais sont fréquentes en lentilles parfois très longues, particulièrement dans le massif de Ste Marie (St Philippe, le Chauffour, le Rimpuy, St Pierre-sur-l'Hâte, Ste Croix-aux-Mines). Elles sont fréquentes également dans les massifs de Remiremont et Val d'Ajol ; on en connaît aussi dans les massifs d'Urbeis, de Trois Epis et des Belles Huttes près de La Bresse.

Des péridotites généralement serpentinisées se présentent en nombreux petits lambeaux à Ste Croix, au Sud de Ste Marie, aux Bagenelles, près Le Bonhomme, aux environs de Gérardmer et Remiremont ; ce sont très vraisemblablement des roches basiques, de même âge général que le gneiss et métamorphisées en même temps que lui.

Les serpentines du massif de Ste Marie dérivent de cortlanlites (péridotites à pyroxène, riches en amphibole) (J. JUNG). Celles des Bagenelles, des environs de Gérardmer et de Liézey sont plus ou moins amphiboliques (parfois sans amphibole et dérivant alors de lherzolites), à grenats chromifères kélyphitisés (A. DELESSE, J. JUNG).

Dans la vallée de la Thur, les gabbros et serpentines du Treh, du Talhorn (G. LINCK) qui sont associés aux lames de gneiss appartiennent d'après J. JUNG au complexe schisto-cristallin gneissique ; les serpentines dériveraient de hazzburgites ou péridotites à pyroxène bronzite (Pour

A. MICHEL-LÉVY, ces roches vertes appartiendraient au contraire au complexe schisto-grauwackeux d'âge dinantien).

### *Roches orthogneissiques.*

Les orthogneiss, c'est-à-dire les roches cristallines grenues devenues gneissiques par dynamo-métamorphisme sont peu fréquentes dans les Vosges : tels semblent être pourtant le granite gneissique du Bilstein, les gneiss granitiques, granulitiques et leptynites de Liepvre, du Bonhomme, des Belles Huttes, divers filons de granulites et pegmatites gneissoïdes. Ce sont vraisemblablement des roches magmatiques anté-hercyniennes, de peu plus jeunes que les gneiss et rendues gneissoïdes ou schistoïdes par dynamo-catamorphisme.

Le granite gneissique du Bilstein, à deux micas et à éléments recristallisés après laminage, s'étend en une étroite bande entre le Bonhomme et Ribeauvillé (L. VAN WERVEKE) ; il paraît être de même composition que le granite à deux micas du Brézouard, resté grenu.

Les gneiss granitiques de Liepvre, du Bonhomme, des Belles Huttes constituent des sortes de grands filons-couches interstratifiés parmi les gneiss. Ils ont généralement une texture très fine aplitique avec lits de mica biotite. Certains lits sont à quartz granuleux et à deux micas (granulites gneissiques) ; d'autres à Liepvre, Bois-l'Abbesse passent aux leptynites, aplites peu ou pas micacées, plus ou moins schistoïdes, grenatifères et tourmanilifères. Des gneiss granitiques sont également présents parmi les roches schisteuses de la zone du Climont.

Les gneiss œillés, tels ceux de Bois l'Abbesse, Ste Croix-aux-Mines (très différents d'ailleurs de certaines mylonites de gneiss en rapport avec la tectonique hercynienne qu'on observe en quelques points des Vosges) sont des gneiss ayant subi un dynamo-catamorphisme anté-hercynien, avec recristallisation, au même titre que les roches précédemment mentionnées : ils sont en quelque sorte des paragneiss devenus secondairement des orthogneiss.

En Schwarzwald, les gneiss occupent des étendues plus considérables que dans les Vosges ; ils sont souvent riches en silicates calciques. Le Renghneiss, d'origine sédimentaire, est identique au gneiss commun des Vosges. Le gneiss de Gaggenau est grenatifère ; celui de Schenkzell ou kinzigite est grenatifère et graphitique. Le Schapbachgneiss est un orthogneiss issu de granites dynamo-catamorphisés.

### *Age de la série gneissique.*

Cet âge est difficile à préciser. La série gneissique est, dans l'ensemble, antérieure à la série dévono-dinantienne dans laquelle se trouvent remaniés, à l'état de galets ou de fins éléments, des gneiss (Willer près de Thanu, Talhorn, Treh près d'Oderen) et des granites anté-hercyniens (Russ, Champenay, Barembach, en val de Bruche).

On peut y voir un équivalent de métamorphisme calédonien de sédiments de même âge général que la série schisteuse du Climont (elle-même d'âge incertain algonko-trémadocien). On admet plus généralement qu'elle est plus ancienne encore, c'est-à-dire archéenne, et que son métamorphisme est calédonien ou archéen.

### B. — SÉRIE SCHISTEUSE DU CLIMONT.

Les éléments de cette série (étudiés surtout par PH.-L. VOLTZ, E. DE BILLY, L. ELIE DE BEAUMONT, A. DAUBRÉE, E. ROSEBUSCH, E. COHEN, J. JUNG) sont localisés en une bande complexe, large de 5 km environ, s'étendant en direction varisque sur 25 km de longueur, entre Ste Odile et Andlau au NE, entre Saales et Colroy-la-Grande au SW. De petits affleurements de schistes de Steige s'observent entre Saales et St Dié à Provenchères-sur-Fave, Brafosse, et plus à l'Ouest encore près de St Michel-sur-Meurthe, Bréhémont et l'Hôte-aux-Bois (E. DE BILLY). La série groupe trois formations assez distinctes par leur degré de métamorphisme : a) schistes de Steige gris ou violets ; — b) quartzo-phyllades de Villé gris-noir, plissotées, épimorphisées ; — c) micaschistes de Lubine mésomorphisés, accompagnés de roches granitoïdes, gneissoïdes et pegmatoïdes.

#### a) **Schistes de Steige.**

Ils sont gris ou violets, tendres, oligistifères, parfois graphiteux, avec grandes veinules de quartz blanc. Au microscope ils se montrent formés essentiellement de quartz et de mica séricite en petits éléments. Ils rappellent certains schistes cambriens de l'Ardenne ou les « schistes à Phycodes »

de Thuringe, attribués au Trémadocien. Ils contiennent une lentille de calcaire corné à Truttenhausen et des amas de diabase à Bourg-Bruche, Ranrupt, Steige, Breitenbach, Andlau.

b) **Quartzo-phyllades de Villé.**

Ce sont des quartzo-phyllades grises ou verdâtres, sombres, lustrées, dures, formées de lits alternativement quartzeux et sériciteux fortement plissotés, épimorphisés. Elles sont souvent graphitiques, offrant des variétés très quartzieuses passant aux quartzites, d'autres très micacées passant aux micaschistes. Au Hang, près de Saales, s'y intercale un filon de porphyroïde (microgranite modifié par l'action d'eaux minéralisées).

c) **Micaschistes de Lubine.**

Ils constituent un complexe de roches diverses, mésométamorphisées (que J. JUNG a pu étudier de manière précise dans le tunnel de Lubine), groupant des micaschistes proprement dits à micas muscovite et biotite, avec nodules de quartz et feldspath, parfois grenatifères ou graphitiques, et des quartzites micacés, graphitiques, dolomitiques, amphiboliques, affleurant en une ou plusieurs des écailles tectoniques de Plaine-dessus-le-Mont, — de Droite-de-Fête, — de Colroy, Revers-de-Fête, Lalaye, écailles qui sont séparées les unes des autres par des écailles de quartzo-phyllades de Villé. A ces roches sont associés des pegmatites ainsi que des gneiss granitiques parfois œillés et des granites laminés qui forment des crêtes ou roches saillantes à Colroy-la-Grande, au Bilstein près d'Urbeis, à Lalaye.

Les différents éléments de la série schisteuse du Climont n'offrent entre eux, et avec les roches gneissiques et schisto-grauwackeuses, que des relations tectoniques, exception faite pour les cas de contact magmatique avec les masses granitiques hercyniennes.

Dans l'ensemble, sauf répétition tectonique, les schistes de Steige affleurent en une bande septentrionale de St Michel-sur-Meurthe et Brafosse à Ste Odile, les quartzo-phyllades de Villé en une bande centrale de Colroy-la-Grande à Andlau-Eichhoffen, les micaschistes en bandes méridionales tectoniquement répétées de Colroy-la-Grande à Lalaye.

L'écaille de Plaine-dessus-le-Mont, la plus septentrionale des bandes micacitiques, très large aux fermes du Climont, est la plus limitée en longueur ; elle est formée de micaschistes gréseux (ayant parfois l'aspect de psammites plissotés), avec intercalations de quartzites feldspathiques, micacés, graphiteux ou amphiboliques, parfois tourmalinifères, de grès dolomitiques chloriteux et de gneiss granitoïdes.

L'écaille de Droite-de-Fête est surtout formée de gneiss granitique, très granitoïde, chloriteux ou calcitique, fréquemment mylonitisé.

L'écaille de Colroy — Revers de Fête — Lalaye est riche en micaschistes typiques près de Lubine, parfois charbonneux, feldspathiques avec filons aplitiques ; sa bordure méridionale est un gneiss granitique parfois leptynitique, parfois granulitique micacé, parfois œillé avec ou sans amphibole.

Les couches sont déversées vers le Nord, poussées par le massif gneissique d'Urbeis contre les granites du Champ du Feu ou les grauwackes de la Bruche, empilées, glissées et mylonitisées, les roches dures granitiques ayant servi de plan de glissement et d'écrasement (J. JUNG).

En dehors de la zone schisteuse du Climont, aux environs de St Hippolyte et Orschwiller, on observe des micaschistes rappelant ceux de Lubine, intercalés en une lame tectonique parmi les gneiss. Le Houiller de Ronchamp est riche en galets de micaschistes (J. JUNG).

#### *Age de la série schisteuse du Climont.*

L'âge des différents termes de la série schisteuse du Climont est très imprécis. La disposition générale des couches donne à l'ensemble l'allure d'une série renversée dans laquelle les roches les plus jeunes et les moins métamorphisées sont au Nord, les plus anciennes et les plus métamorphisées au Sud. Les micaschistes de Lubine, plus métamorphisés que les quartzo-phyllades de Villé, pourraient ainsi, bien qu'algonkiens comme eux, être un peu plus anciens que ces quartzo-phyllades, ou représenter leur base mésomorphisée. On aurait de la sorte la succession suivante, d'ailleurs hypothétique :

4. Trémadocien      Schistes de Steige
3. Cambrien  
                                         Quartzo-phyllades de Villé
2. Algonkien sup.

1. Algonkien inf. Base des quartzo-phyllades de Villé et micaschistes de Lubine

Il se pourrait aussi que tout fût de même âge : ou Cambrien, ou Algonkien, à des degrés différents de métamorphisme.

(Silurien : Gothlandien)

Dans les grès des Vosges triasiques, on a récolté des galets de phtanites ou lydiennes à Graptolites : *Climacograptus*, *Diplograptus*, *Rastrites*, *Retiolites*, *Monograptus*, appartenant en général au Gothlandien inférieur (G. BLEICHER, E. NOEL). Leur provenance est inconnue : il n'existe aucun affleurement de Silurien dans les Vosges et dans les contrées immédiatement voisines.

**Granitisations et plissements anté-hercyniens.**

On ne saurait mettre en doute l'existence de phénomènes tectoniques anté-hercyniens dans les Vosges. Les gneiss offrent des directions tectoniques qui leur sont propres, ayant pourtant influencé celle de certains accidents hercyniens. La présence de gneiss et de granite à l'état de galets dans le Dévono-Dinantien indique également que des formations anté-hercyniennes granitisées étaient décapées et usées par l'érosion lors du dépôt des grauwackes conglomératiques. Actuellement on ne peut pas préciser davantage l'âge, l'allure et le nombre des granitisations et des plissements anté-hercyniens dans les Vosges, et l'on en est réduit à n'émettre relativement à ces questions que des hypothèses.

Dans la région de la Vologne et de la Fecht, le gneiss est migmatique, c'est-à-dire intimement mélangé de granite : Trois-Epis, Walbach, environs de Gérardmer (Longemer, Martimpré), Liézey, Champdray, le Tholy. Ces migmatites paraissent résulter d'injections de granite ayant lui-même été plus ou moins gneissifié par dynamo-catamorphisme. En ces points le granite paraît ainsi être anté-hercynien (J. JUNG). Des filons de pegmatites accompagnent fréquemment les lits granitiques. Entre Lapoutroye, Kaysersberg et Riquewihr, les migmatites font place à des granites riches en enclaves de gneiss ; il est très difficile ici de se rendre compte s'il s'agit d'un granite très ancien ou d'un granite hercynien ayant incomplètement digéré une masse gneissique.

Le granite gneissique à deux micas du Bilstein, qui forme une longue et étroite traînée du Bonhomme à Ribeauvillé, contient du quartz, de l'orthose, et de l'albite, étirés et recristallisés ; il paraît par sa texture ceillée pouvoir être rapporté à la série gneissique. Il offre même composition que le granite du Brézouard voisin, qui a conservé une structure grenue mais qui pourrait être lui aussi anté-hercynien. Les granites et aplites gneissiques intercalés dans les écailles de la zone du Climont et ayant conservé la trace d'un profond dynamo-métamorphisme sont peut-être également anté-hercyniens.

Les sédiments gneissifiés par catamorphisme, injectés de granites, dynamo-métamorphisés à nouveau et ceci peut-être à plusieurs reprises, ont leurs strates orientées en général SSW-NNE dans la région de Remiremont, Fraize, Le Bonhomme ; — SW-NE, ou même presque W-E dans la région de Urbeis, Liepvre, Ribeauvillé. Peut-être ces événements se sont-ils produits déjà en des temps archéens, avant le dépôt des schistes de la zone du Climont, — ou après ce dépôt, le métamorphisme n'ayant gneissifié que la partie profonde d'une grande série sédimentaire, et ayant seulement mésomorphisé et épimorphisé les zones moins profondes de la masse ; en ce dernier cas, il s'agirait d'une tectonique calédonienne.

Avant le Dévonien ou au cours du Dévonien inférieur, des mouvements calédoniens tardifs ont surélevé l'actuelle zone axiale gneissique des Vosges et permis l'érosion des plis jusqu'à leurs racines gneissiques et granitiques. La pénéplaine anté-hercynienne a pu être submergée par la mer méso-dévonienne, au moins dans la région de la Bruche et dans celle de Belfort. La surrection des Vosges centrales a pu continuer jusqu'au Carbonifère et y provoquer l'érosion des couches dévoniennes si celles-ci s'y étaient préalablement déposées ; le Dinantien paraît en effet reposer directement sur les gneiss dans le massif des Ballons (vallée de la Thur). Au Dinantien supérieur, la submersion des Vosges fut sans doute totale.

## 2. — Série schisto-grauwackeuse dévono-dinantienne.

Cette série constitue la masse principale du « terrain de transition » décrit par PH.-L. VOLTZ, L. ELIE DE BEAUMONT, A. DAUBRÉE, E. DE BILLY, J. KOEHLIN-SCHLUMBERGER, W.-PH. SCHIMPER, G. BLEICHER. Epaisse de plusieurs milliers de mètres, elle est un complexe schisto-grauwackeux, répondant au facies Culm littoral, formé de roches sédimentaires marines variées, déposées sous de faibles profondeurs, avec intercalations volcaniques. Le tout est lardé d'apophyses granitiques en relation avec de larges batholites magmatiques hercyniens qui métamorphosent le complexe à leur contact, ainsi que de filons divers dont l'âge est postérieur au plissement. La série est bien représentée dans les massifs belfortains, dans ceux des Ballons et de la Bruche. Plus au Nord le terrain granitique hercynien se montre dans la boutonnière du Jaegerthal, le terrain schisto-grauwackeux dans celle de Weiler près de Wissembourg.

La roche la plus caractéristique de la série est la grauwacke vosgienne, grès grossier gris ou verdâtre, dont les éléments sont en grande partie empruntés à des roches volcaniques. Au Sud de la Fecht, dans le massif du Grand Ballon, la grauwacke vosgienne contient des ovoïdes de calcaire concrétionné. Les éléments constitutifs de la grauwacke peuvent être très fins et donner alors un schiste grauwackeux noir ou verdâtre.

A côté de ces roches s'observent des poudingues à galets de gneiss ou de granite (à Russ, Barembach, Willer-sur-Thur), des arkoses, des schistes argileux noirs, gris ou rouges, des tufs volcaniques, des schistes phtanistiques et des phtanites verts, rougeâtres ou noirs à Radiolaires, des grauwackes vacuolaires de type rhénan (grès calcaires décalcifiés); plus rarement s'intercalent des lentilles de calcaire coralligène crinoïdique ou bréchiqne, assez exceptionnellement oolithique (Allenbourn près de Willer-sur-Thur), des dolomies plus ou moins massives, des brèches hétérogènes calcaires (tranchée de chemin de fer de Schirmeck); parfois la grauwacke renferme un peu d'anthracite.

Dans ce complexe, les fossiles sont rares. Ce sont le plus souvent des débris végétaux continentaux, fragments de troncs ou feuilles dilacérées,

entraînés en mer et qu'on rencontre dans les schistes et grauwackes. Les végétaux, assez bien conservés pour être déterminables, sont exceptionnels, sauf en quelques gisements : à Schirmeck, certains lits de schistes dévoniens sont riches en débris de Psilophytes ; près de Thann et Bourbach-le-Bas, il y eut autrefois des gisements célèbres pour leur richesse en feuilles de Fougères (Ptéridospermées) ; près de Thann encore, à Bitschwiller, une carrière livrait tant de fragments de troncs de Lépidodendrées qu'elle était dite « carrière de la forêt pétrifiée » (à tort d'ailleurs puisque les arbres n'y sont pas en place, mais échoués dans un dépôt marin).

Dans le massif de la Bruche, les fossiles animaux ne se présentent avec une certaine fréquence que dans les calcaires dévoniens : Crinoïdes, Stromatopores et autres Polypiers. A Russ et à Wackenbach, le marbre est constitué par des Stromatopores plus ou moins remaniés dans une masse de débris de Crinoïdes et de Polypiers branchus, le tout aggloméré dans une sorte de boue calcaire. Dans quelques lits de grauwackes, les fossiles. Encrines et Polypiers surtout, se montrent à l'état de moules externes. Dans le massif des Ballons, les fossiles animaux ne sont abondants qu'en quelques gisements dinantiens près de Bourbach-le-Haut, dans des schistes : Encrines, Brachiopodes et Lamellibranches surtout, avec quelques Trilobites et Oursins. En Belfortais, les schistes dévoniens du Mont de la Revenne à Chênebier livrent surtout des Lamellibranches et des Brachiopodes avec quelques Trilobites.

Outre ces gisements, il existe aussi d'intéressants gîtes de Protozoaires microscopiques : calcaires dinantiens à Foraminifères de Willer, Trémont dans le massif des Ballons (A. MICHEL-LÉVY), schistes phtanitiques (ou radiolarites) dévoniens ou dinantiens, riches en Radiolaires à Moosch dans le massif des Ballons et en de nombreuses localités du massif de la Bruche, telles que Moussey, Moyenmoutier, Petite-Fosse (J. JUNG, D. SCHNEEGANS, E. JÉRÉMINE). Les schistes phtanitiques dinantiens de Wisches, en val de Bruche, montrent de grands Radiolaires sous forme de points blancs généralement siliceux, parfois diversement minéralisés, visibles à l'œil nu (J. DE LAPPARENT).

Les débris végétaux et les fossiles animaux voisinent fréquemment dans un même gisement : à Schirmeck des lits de schistes à Psilophytes alternent avec des lits de calcaires à Polypiers plus ou moins roulés ; la même grauwacke contient parfois des débris de pédoncules d'Encrines et des rameaux de Lépidodendrées : à Bourbach-le-Haut (gisement de la Boutique), des feuilles de Fougères sont mélangées avec les fossiles animaux marins dans les mêmes lits schisteux ; à Champenay un fossile marin a été signalé parmi les restes végétaux (G. DUBOIS).

Ces fossiles permettent d'affirmer la présence de Dévonien moyen et supérieur (Eifélien, Givétien, Famennien) et de Carbonifère inférieur (Dinantien, lui-même représenté surtout par son sous-étage supérieur Viséen). Mais en de vastes territoires schisto-grauwackeux des deux versants des Vosges, il est difficile ou impossible, en l'absence de fossiles, d'attribuer à un étage déterminé tel élément du complexe.

Les repères stratigraphiques nets de la série schisto-grauwackeuse sont constitués par les couches suivantes :

1<sup>o</sup> — pour le Dévonien moyen, dans le massif de la Bruche : la grau-  
wacke des Fosses à Plaine, à Polypiers *Favosites* et Calcéoles *Calceola  
sandalina* Lamk., indiquant l'Eifélien ; — les schistes de Schirmeck à  
Psilophytes et le marbre de Russ à Stromatopores et à Stringocéphales  
*Stringocephalus burtini* Defr., indiquant le Givétien.

2<sup>o</sup> — pour le Dévonien supérieur, en Belfortais, les schistes du Mont  
de la Revenue (Chênebier) à Brachiopodes *Spirifer verneuili* Murch. et  
Trilobites *Proetus bergicus* Richt., indiquant le Famennien supérieur.

3<sup>o</sup> — pour le Carbonifère inférieur, a) dans le massif des Ballons, la  
grauwacke de Thann et Bourbach-le-Bas à Ptéridospermées, *Cardiopteris  
frondosa* Goeppert et *Sphenopteridium schimperi* Goeppert ; les schistes  
de Bourbach-le-Haut à Brachiopodes *Productus hemisphaericus* Sow. ; —  
b) dans le massif de la Bruche, les schistes de Champenay à Ptéridosper-  
mées *Cardiopteris frondosa* Goeppert et *Sphenopteridium dissectum* Goep-  
pert ; — indiquant le Dinantien supérieur ou Viséen, et plus particuliè-  
rement le Viséen inférieur ou moyen.

Les gîtes fossilifères dévono-dinantien les plus remarquables des Vosges  
sont les suivants :

#### A. — MASSIFS BELFORTAINS.

Gisement du Mont de la Revenue à Chênebier (Bois de la Thure),  
souvent appelé gisement de Chagey, étudié par E. THIRRIA, J.-L. CHE-  
VILLARD, E. DE VERNEUIL, P. MERIAN, L. PARISOT, E. ASSELBERGHS :  
Brachiopodes *Orthis (Schizophoria) striatula* d'Orb., *O. (Dalmanella)  
interlineata* Sow., *Orthothes (Schuchertella) pseudo-elegans* Goss., *Rhyn-*

*chonella* (*Camarotoechia*) *triaequalis* Goss., *Spirifer verneuili* Murch. ; Lamellibranches *Posidonomya venusta* Munst. ; Trilobites *Phacops trinucleus* Thomas, *Proetus* (*Cyrtosymbole*) *bergicus* Richt. Famennien.

## B. — MASSIF DES BALLONS.

Gisement du col de Bussang : Calamite *Asterocalamites radiatus* Schl. ; Ptéridospermée *Sphenopteridium collombi* Schimp. (W.-PH. SCHIMPER). Viséen inférieur.

Gisements des environs de Thann, Bitschwiller, Bourbach-le-Bas, qui ont livré la flore classique du Culm, dite de Thann, décrite par W.-PH. SCHIMPER : Calamite *Asterocalamites radiatus* Schl. ; Lépidodendrons sous forme de rhizomes « *Stigmaria* » et troncs à divers degrés de conservation « *Knorria* », « *Sagenaria* » ; Ptéridospermées *Cardiopteris frondosa* Goep., *Sphenopteridium schimperi* Goep., *Sph. collombi* Schimp. Viséen inférieur.

Gisements de Bourbach-le-Haut (col du Hunsrück, route Joffre, la Boutique), riche faune étudiée par G. BLEICHER, M. MIEG, L. MEYER, A. TORNQUIST, G. DELÉPINE in J. JUNG : Polypiers tétracoralliaires *Zaphrentis* ; Bryozoaires *Fenestella* ; Brachiopodes *Chonetes*, *Productus semireticulatus* Mart., *P. hemisphaericus* Sow., *P. pustulosus* Phill., *P. undatus* Defr., *Orthothes crenistria* Phill., *Spirifer subcinctus* De Kon., *Martinia glabra* Mart., *Rhynchonella pleurodon* Phill., *Camarophoria crumena* Phill. ; Lamellibranches nombreux *Leioptera*, *Aviculopecten*, *Myalina*, *Modiola*, *Ctenodonta*, *Sanguinolites*, *Edmondia*, *Conocardium* ; Gastéropodes *Bellerophon*, *Straparollus*, *Murchisonia* ; Céphalopodes *Orthoceras*, *Glyphioceras sphaericus* Goldf. ; Trilobite *Phillipsia eichwaldi* Moell. ; Oursins *Palaechinus lacazei* Julien, *Pholidocidaris tenuis* Torn., *Archaeocidaris urii* Flem. ; en outre, débris végétaux (G. DUBOIS) : Ptéridospermée *Cardiopteris frondosa* Goep. Viséen inférieur ou moyen.

Gisement de Plancher-les-Mines (J.-J. FOURNET), assez mal connu : Mollusques, Brachiopodes, Trilobites assez voisins de ceux de Bourbach-le-Haut. Viséen inférieur ou moyen.

Gisements de Willer-sur-Thur : calcaires à Foraminifères, principalement *Endothyra* (A. MICHEL-LÉVY). Vraisemblablement Viséen.

Gisements divers de schistes et phtanites à Radiolaires microscopiques (J. JUNG).

## C. — MASSIF DE LA BRUCHE.

Gisement des Fosses à Plaine (E.-W. BENECKE et H. BÜCKING). Polypiers *Favosites polymorphus* Goldf., *Calceola sandalina* Lamk. ; Brachiopode *Atrypa reticularis* L. Eifélien.

Gisement de Grande-Fosse (Bonne-Fontaine). Débris microscopiques de fossiles métamorphisés (E. JÉRÉMINE). Peut-être Givétien.

Gisements des environs de Schirmeck, Russ, Wackenbach. Dans les schistes (G. DUBOIS) : Psilophytale *Psilophyton (Asteroxylon) hostimensis* Pot. et B. Dans les calcaires (O. JAECKEL, H. BÜCKING, B. WEIGAND) : Polypiers *Heliolites porosa* Edw. et H., *Favosites polymorphus* Goldf., *Calceola sandalina* Lamk., *Cyatophyllum lindstromi* Frech ; Stromatopores (souvent un peu remaniés) ; Brachiopodes *Productella subaculeata* Murch., *Atrypa reticularis* L., *Stringocephalus burtini* Defr. ; Lamellibranches ; Gastéropodes ; Trilobites *Phacops latifrons* Bronn, *Bronteus flabellifer* Goldf. ; Crinoïdes ; Poisson *Coccosteus*. Givétien.

Gisement de Champenay à Plaine (P. CORSIN, G. DUBOIS et L. GUILLAUME) : Ptéridospermées *Cardiopteris frondosa* Goep., *Sphenopteridium dissectum* Goep., *Rhacopteris inaequilatera* Goep. ; Lamellibranche *Posidonomya*. Viséen inférieur.

Gisement de Netzenbach à Wisches. Schistes et phtanites à Radiolaires Sphaerellariés et Eponges Tétractinellides (J. DE LAPPARENT) ; schistes à Lamellibranche *Posidonomya* (G. DUBOIS).

Gisements divers de schistes et phtanites à Radiolaires microscopiques à Mousse, Moyenmoutier (D. SCHNEEGANS, E. JÉRÉMINE). Givétien ou Dinantien.

### FORMATIONS VOLCANIQUES PROPRES AU COMPLEXE DÉVONO-DINANTIEN.

Les formations volcaniques semblent se multiplier à différents niveaux stratigraphiques du complexe schisto-grauwackeux depuis le Givétien jusqu'au Viséen. Elles se présentent en venues intrusives laccolithiques ou

filonniennes, ou en coulées interstratifiées avec brèches sédimentaires et tufs associés (H. BÜCKING, A. MICHEL-LÉVY, J. JUNG). Les roches dont elles sont formées ont l'aspect de trapp, plus ou moins compact, parfois de lave un peu vitreuse, de spilite ou roche compacte à vacuoles, ou au contraire de porphyres noirâtres, verts, rouges, bruns à grands cristaux. Les plus fréquentes appartiennent au groupe des andésites (labradorites et diabases) et des dacites, d'autres à celui des trachytes (albitophyres et orthophyres) et des rhyolites.

Les andésites au sens large du terme (J. DE LAPPARENT) comprennent des labradorites, des andésites, des diabases plus ou moins basiques, à feldspaths plagioclases calco-sodiques et à pyroxène ou amphibole. Généralement de couleur sombre, elles répondent au type trapp très compact parfois, de spilite vacuolaire, ou au type porphyre ou porphyrite avec phénocristaux bruns ou verts (tel le porphyre vert labradorique de Bourbach-le-Haut et Belfahy). Certaines de ces roches andésitiques sont quartzifères et passent ainsi à la dacite (à Lauw par exemple).

Les trachytes, plus ou moins acides, sont de teintes claires, verdâtres ou rougeâtres. Les trachytes les plus fréquents sont, avec plus ou moins d'orthose, riches en albite ; ils sont orthoalbitophyres ou albitophyres ; ils prennent un aspect corné par séritisation secondaire et sont alors nommés kéraatophyres. Les kéraatophyres ont parfois l'aspect porphyrique. Le porphyre rouge de Rothutel bien exposé le long de la route Joffre près de Bourbach-le-Haut est un kéraatophyre à grands cristaux de feldspath anorthose, peu de feldspath calco-sodique et des minéraux ferromagnésiens nombreux fort altérés. Quartz, calcite, chlorite, épidote, séricite sont ici minéraux d'altération (S. MIHARA). Ce porphyre est à classer comme trachyte ou trachyandésite.

Les trachytes sont parfois quartzifères et passent ainsi aux rhyolites albitiques ; certaines de ces rhyolites sont en outre amphiboliques (Hartmanswillerkopf, Molkenrain). Les trachytes à orthose dominante ou orthophyres ont des types analogues : ils ont parfois l'aspect d'un porphyre brun, tel celui de Giromagny,

Dans le massif des Ballons, aux environs d'Oderen, des roches vertes particulières se présentent parmi les dépôts grauwackeux, au voisinage d'affleurements de gneiss : ce sont des gabbros et des serpentines. Pour J. JUNG, ces roches vertes appartiennent à la série gneissique schisto-cristalline, au même titre que les gneiss voisins ; pour A. MICHEL-LÉVY, elles appartiennent à la base des couches schisto-grauwackeuses dinantiennes.

## STRUCTURE DES DIFFERENTS MASSIFS SCHISTO-GRAUWACKEUX DES VOSGES.

### A. — MASSIFS BELFORTAINS.

Les massifs belfortains s'étendent en une longue et étroite bande anticlinale, due à la tectonique alpine, entre la porte de Bourgogne et le bassin permien de Ronchamp. La montagne de la Serre paraît être dans son prolongement. Du SW au NE se succèdent les massifs de Saulnot — Bois du Nan — Bois de la Thure, du Salbert, de l'Arsot, d'Etueffont — Romagny (E. THIRRIA, J.-L. CHEVILLARD, L. PARISOT, W. KILIAN, E. FOURNIER, L. MEYER).

1° — Le massif du Saulnot — Bois du Nan — Bois de la Thure s'étend entre Saulnot et Courmont d'une part, la dépression de Chalonvillars d'autre part. Il est coupé en cluse par la Luzine. Dans cette cluse, entre Chagey et Chênebier, on observe au Sud une bande de schistes d'allure confuse, mélangés de roches éruptives, andésites et rhyolites, peut-être Dévonien moyen ; — au Nord, un massif calcaire bleu pâle avec Encrines, à allure anticlinale est attribué sans autre preuve au Frasnien ; — plus au Nord, au Mont de la Revenue, des schistes inclinent vers le Nord, avec faune indiquant le Famennien supérieur (E. ASSELBERGHS). Plus au Nord encore, vient un poudingue en bancs très redressés, puis des schistes inclinés de 45° vers le Nord, avec vers la base une couche bitumineuse et anthraciteuse épaisse de 2 m. contenant des débris végétaux, dans le vallon de la Fréchotte ; le poudingue et les schistes attribués parfois au Tournaisien (E. FOURNIER) sont plus vraisemblablement stéphaniens. Plus au SW, à Courmont, on ne voit qu'un ensemble de schistes, andésites et rhyolites, en masse anticlinale déversée vers le Nord (E. FOURNIER). Cette allure peut être le résultat d'accidents hercyniens (anté-stéphaniens), hercyniens tardifs (post-stéphaniens et post-permiens) et alpins, qu'il paraît assez difficile de distinguer ici. Les roches volcaniques dévoniennes du

massif du Saulnot s'enfoncent au SW sous une couverture permo-triasique. A Etroitefontaine près de Villersexel, un sondage les a touchées à 260 m. de profondeur.

2° — Le Salbert, entre la dépression de Chalonvillars et la Savoureuse, est formé de schistes attribués au Dévonien.

3° — L'Arsot, entre la Savoureuse et la Madeleine, est de même constitution que le Salbert.

4° — Au NE de la Madeleine, entre Anjoutey, Etueffont et Romagny, un massif de même formation se soude au massif schisto-grauwackeux des Ballons.

## B. — MASSIF DES BALLONS.

La série schisto-grauwackeuse des Ballons riche en formations volcaniques s'étend entre les vallées de l'Ognon, du Breuchin et du Rahin d'une part, et la vallée de la Fecht d'autre part. Des culots granitiques et parfois des failles d'âge alpin compliquent la structure du massif. En un schéma assez simple, on a pu admettre, après les travaux de A. MICHEL-LÉVY et J. JUNG principalement, qu'un grand synclinal de Viséen dont l'axe partant du Breuchin passe par Plancher-les-Mines, Giromagny, Thann, Guebwiller, est bordé au Sud par la masse tournaisienne de Melisey-Champagney, et au Nord par celle de Faucogney, Servance, Sewen, Bussang, vallée de la Thur, Mittlach, Soultzbach. En outre, d'après J. JUNG, en ce dernier massif tournaisien, la ligne de contact anormal de la Thur jalonne par des écaïlles (ou klippe) de formations anciennes gneissiques le charriage vers le Sud d'une masse schisto-grauwackeuse à ovoïdes calcaires sur une série schisto-grauwackeuse non calcaire.

Il ne semble pas que cette conception puisse être conservée sous cette forme, car ainsi qu'il a été dit plus haut, toute ou presque toute la masse schisto-grauwackeuse paraît être viséenne, comme l'indiquent les divers gisements fossilifères. La ligne de dislocation de la Thur amène au jour par une poussée vers le Sud des lames de gneiss arrachées à un socle ancien anticlinal (G. DUBOIS, A. MICHEL-LÉVY), qui séparerait ainsi deux masses synclinoriales septentrionale et méridionale, toutes deux

formées essentiellement de Viséen, avec peu ou pas de Tournaisien, et dont l'étude détaillée paraît devoir être revue. Les massifs belfortains seraient la bordure dévonienne du synclinorium méridional.

### C. — MASSIF DE LA BRUCHE.

La masse synclinoriale schisto-grauwackeuse dévono-dinantienne de la Bruche s'étend, entrecoupée de veines granitiques, et de failles d'âge alpin, en partie cachée sous une couverture permo-triasique, de Raon l'Étape, St Michel-sur-Meurthe et la Petite Fosse au SW, jusqu'à la Nideck, Urmatt et St-Nabor au NE. Au SE, la masse est bordée par la zone schisteuse du Climont, le contact direct des deux séries étant presque toujours brouillé par des venues granitiques avec accidents tectoniques hercyniens : en effet les granites de Sénones et du Champ-du-Feu occupent surtout la partie méridionale du massif. Au NE, la masse hercynienne s'enfoncerait sous la couverture permo-triasique.

Une étroite bande de terrain non granité, tronçonnée par des failles d'âge alpin, s'étend de Grande Fosse à Bellefosse, Belmont, la Rothlach, vers Willerhof et St-Nabor : elle est formée essentiellement d'andésites et de tufs andésitiques, dont l'âge est imprécisé.

Au Nord des granites, se reconnaissent le Dévonien et le Viséen qui paraissent fort intriqués l'un dans l'autre en une série isoclinale faillée avec déversement des plis vers le NE. Le Dévonien moyen schisteux, calcaire et dolomitique se retrouve en zones anticlinales à Plaine, ainsi qu'à Wackenbach, Russ et Schirmeck. Ce serait peut-être aussi du Dévonien moyen et supérieur ou du Tournaisien qui s'observerait plus au Nord à Raon-sur-Plaine (vallée de la Crache), Grandfontaine, au col du Donon, ainsi qu'à la Nideck.

#### *Boutonniers hercyniennes des Vosges septentrionales.*

Le granite de Windstein près du Jaegerthal est assez semblable à celui de Senones. La masse schisto-grauwackeuse de Weiler comprend des schistes et grauwackes dans lesquels A. DAUBRÉE a trouvé un Polypier

## Schéma stratigraphique du

### Massif schisto-grauwackeux de la Bruche.

Dinantien et Dévonien sup.	Viséen.....	sup. {	Premières phases d'émersions ; plissements et magmatisations hercyniens.
		moy. et inf. {	Schistes de Champenay à <i>Cardiopteris frondosa</i> et <i>Sphenopteridium dissectum</i> .
			Schistes à <i>Posidonomya</i> et phtanites à <i>Radiolaires</i> de Wisches.
Tournaisien et Dév. sup.			Arkoses et schistes rouges de Hersbach.
			Schistes, psammites rouges et dolomies de la Crache ; phyllades grises de Nideck.
Givétien.....			Schistes à <i>Psilophyton (Asteroxylon) hostimensis</i> et calcaires bréchiqes, récifaux et dolomitiques à <i>Stringocephalus burtini</i> et Stromatopores de Wackenbach, Schirmeck, Russ.
			Andésites diabases, albitophyres de Schirmeck-Wackenbach.
			Andésites diabases, brèches et tufs du Champ-du-Feu.
Eifélien.....			Grauwaque gréseuse et conglomératique de Champenay à <i>Calceola sandalina</i> ; poudingue de Russ, Barembach.

## Dévonno-dinantien des Vosges

### Massifs schisto-grauwackeux du Belfortais et des Ballons.

<b>Dinantien</b>	}	<b>Viséen</b>	sup.	{	<i>Premières phases d'émersions ; plissements et magmatisations hercyniens.</i>
					Andésites, rhyolites, trachytes.
			moy. et	{	Grauwackes de Thann à <i>Cardiopteris frondosa</i> , <i>Sphenopteridium schimperi</i> et de Bourbachle-Haut à <i>Productus hemisphaericus</i> ; calcaire de Willer à <i>Endothyra</i> .
			inf.	{	Andésites à pyroxène; albitophyres. Schistes de Bussang à végétaux et phtanites; grauwackes à ovoïdes du Grand-Ballon.
		<b>Tournaisien..</b>		{	Andésites diabases, albitophyres. ? Roches vertes de la Thur.
<b>Famennien</b> .....	}			{	Schistes du Bois d'Arsot, du Salbert ; Schistes de Chagey-Chenebier (Bois de la Thure) à <i>Phacops bergicus</i> et <i>Spirifer verneuili</i> .
<b>Frasnien</b> .....				{	Calcaire crinoïdique de Chagey.
<b>Givétien</b> .....				{	Andésites diabases, tufs diabasiques, albitophyres du Bois de Saulnot et de Chagey.

et des roches éruptives ; le tout est entrecoupé de filons magmatiques hercyniens, de microdiorites et de lamprophyres. Aucune donnée positive ne permet d'y discerner le Dévonien, ni le Dinantien.

#### LE DÉVONO-DINANTIEN AUX ALENTOURS DES VOSGES.

En Schwarzwald la série schisto-grauwackeuse est peu développée. On cite des schistes et calcaires d'âge indéterminé près de Baden et en Dreibachtal près de Gaggenau.

Le Culm dinantien fossilifère n'est connu qu'en Schwarzwald méridional, en une étroite bande entre Badenweiler et Lenzkich près le Titisee. On y connaît (S. v. BUBNOFF) à Schönau, une Goniatite : *Prolecanites cf. lyoni* Meek et Worthen ; à Lenzkirch, des plantes : *Cardiopteris frondosa* Goepp., *Sphenopteridium dissectum* Goepp., *Adiantes tenuifolium* Goepp., — ainsi qu'à Badenweiler : *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingh. Sur une faible étendue se présenterait donc une succession allant du Tournaisien à un Viséen très élevé.

Les granites hercyniens avec leur cortège habituel de roches forment d'importants massifs dont les principaux sont, du Sud au Nord : ceux de Blauen, de Triberg et de Gernsbach. Les accidents tectoniques hercyniens indiquent généralement en Schwarzwald un déversement vers le SE.

#### *Stratigraphie générale du complexe schisto-grauwackeux.*

En l'état actuel de nos connaissances, il apparaît que dans les Vosges méridionales le complexe schisto-grauwackeux représente une série stratigraphique à peu près continue depuis le Givétien jusqu'au Viséen, le Dévonien étant localisé aux massifs belfortains, le Viséen formant avec peu ou pas de Tournaisien le massif des Ballons. Dans le massif de la Bruche, le Dévonien moyen et le Viséen inférieur sédimentaires ou volcaniques tiennent la place principale dans le complexe des Vosges, le Dévonien supérieur et le Tournaisien y étant absents ou fort mal représentés. (G. DUBOIS).

Le substratum du Dévonien moyen du Belfortais est inconnu : on peut supposer qu'il est gneissique ou micacitique. Dans le massif des

Ballons, le voisinage du substratum gneissique est indiqué par les affleurements des écaillés tectoniques du Treh et du Talhorn, par les éléments gneissiques remaniés à la base de la série schisto-grauwackeuse constituée ici par le Dinantien transgressif, et plus particulièrement par du Tournaisien supérieur peu épais ou par du Viséen. Dans le massif de la Bruche, le substratum du Dévonien moyen est selon toute vraisemblance la série schisteuse du Climont, mais aucun contact ne permet de l'affirmer.

*Paléogéographie de l'Alsace durant le dépôt  
du complexe schisto-grauwackeux.*

Le dépôt schisto-grauwackeux s'est effectué dans une mer constamment peu profonde, épicontinentale. Des terres étaient peut-être émergées au Sud dans la région alpine actuelle ; des îles s'étendaient peut-être aussi au Nord entre l'Ardenne et les Vosges. Le dépôt grauwackeux à végétaux est essentiellement sublittoral ou estuarien ; la formation phtanitique à Radiolaires est un dépôt de baie calme en eau chaude, enrichie en silice grâce à de nombreuses émissions volcaniques et favorable à la pullulation des Radiolaires. Les épisodiques récifs calcaires ne furent jamais très florissants, vraisemblablement en raison de l'importance de la sédimentation terrigène : à Russ et à Wackenbach, la roche calcaire représente une accumulation bréchoïde de fragments de récifs à Stromatopores éboulés dans une prairie de Crinoïdes.

GRANITES HERCINIENS.

Aux quelques exceptions près mentionnées plus haut : gneiss migmatiques des Trois-Epis, gneiss granitiques, granulitiques et leptynitiques divers, et peut-être granite gneissique du Bilstein et granite du Brézouard, les granites des Vosges sont hercyniens. Ils ont métamorphosé non seulement les schistes de Steige, mais aussi les roches dévoniennes et dinantiennes du complexe schisto-grauwackeux.

Les variétés de granites sont nombreuses et doivent en partie leur

origine aux roches mères dont le magma granitique s'est nourri. Les tentatives qui ont été faites pour classer en un ordre chronologique ces différentes variétés de granites n'ont pas fourni encore de conclusions durables.

D'une manière générale, on reconnaît dans les Vosges centrales l'existence d'un vaste massif de granites à grands cristaux et de composition chimique peu variée, indiquant une digestion parfaite et profonde des roches encaissantes par le magma granitique, et une cristallisation tranquille : le granite des crêtes à grands cristaux de feldspath orthose en est le type dominant. Les diverses autres variétés de granites à structure plus finement grenue sont en général périphériquement disposées au Sud, et plus encore au Nord, de la masse de granites centraux.

Il en est de même des granites à minéraux particuliers, notamment des granites à amphibole dus à la digestion par le magma granitique des marnes, calcaires et dolomies, — ou de roches volcaniques préexistantes, elles-mêmes riches en éléments calco-magnésiens. De tels granites passent à des granodiorites, et surtout à des diorites quartzifères ; celles-ci ne constituent que des massifs peu étendus, parfois des filons laccolithiques. Le granite de la Serva (massif du Champ du Feu) contient des enclaves dioritiques.

Les granulites ou granites à mica muscovite et les filons de pegmatite qui leur sont liés paraissent être tardifs en général. Ces granulites sont fréquentes parmi les gneiss de la zone axiale schisto-cristalline, résultant peut-être ici de la magmatisation des roches micacitiques à mica blanc anté-hercyniennes (gneiss et micaschistes).

#### GRANITES DES VOSGES CENTRALES ET MÉRIDIONALES.

Le granite des crêtes constitue la plus grande partie des montagnes granitiques des Hautes-Vosges ; il est porphyroïde, avec grands cristaux de feldspath orthose dans une pâte comportant feldspath oligoclase, mica biotite, quartz, un peu d'amphibole brune. Il offre des variétés peu ou pas porphyroïdes, avec peu ou pas d'amphibole, à Lapoutroye, Turckheim, Munster, Cornimont, Dambach-la-Ville. D'autres variétés fortement amphiboliques du granite porphyroïde des crêtes sont connues et

exploitées sous le nom commercial inexact de « syénites » à La Bresse et à Echery près de Ste Marie-aux-Mines.

Le granite des Ballons d'Alsace et de Servance est moyennement porphyroïde et contient de l'amphibole verte ; il apparaît assez nettement comme une différenciation magmatique due à la digestion d'une grosse masse de roches volcaniques basiques calciques dinantiennes (A. MICHEL-LÉVY). En bordure, à Sewen, il est à grain fin et chargé de mica biotite et de pyroxène.

Le granite porphyroïde des Verreries près de Ribeauvillé, de type voisin de celui des crêtes, offre une structure fluidale qui paraît avoir une origine syntectonique.

Les granulites ou granites à mica muscovite se montrent surtout près de Remiremont, ainsi qu'à Epinal, Xertigny, Bruyères, le Tholy, Champdray, Corcieux, Mandray, Retourner, au Sud de La Bresse dans la région du Ventron, près de Stosswehr, Turckheim, Lapoutroye. Les granites à mica muscovite du Brézouard et du Bilstein (ce dernier tectoniquement laminé) seraient à mentionner ici si, contrairement à l'opinion émise plus haut, leur âge hercynien était démontré.

#### GRANITES DES VOSGES MOYENNES ET SEPTENTRIONALES.

Le granite du Champ du Feu est grenu, à mica biotite avec variétés porphyroïdes à Andlau et Natzwiller, amphibolique au Hohwald, porphyroïde et amphibolique à Senones. Les granodiorites, diorites quartzifères et monzonites quartzifères sont relativement fréquentes dans le Massif du Champ du Feu, parmi les granites ou le terrain schisto-grauwackeux. Les diorites quartzifères se présentent de manière dispersée, en filons et en petits laccolithes, qui peuvent être relativement tardifs dans la série des migrations et réinjections magmatiques hercyniennes. Une trainée laccolithique remarquable de diorite quartzifère plus ou moins micacée se suit près de Barembach, au Birkrain près de Russ, à Grendelbruch, Mühlbach, en direction SW-NE, tantôt dans le terrain schisto-grauwackeux, tantôt dans le granite, au long de leur contact.

Une autre trainée, plus considérable encore, également de direction SW-NE, se suit dans le granite au Nord du Hohwald, au Neuntelstein,

près de Welschbruch et au contact du terrain schisto-grauwackeux à St-Nabor : ici la diorite quartzifère pourrait ne devoir son origine qu'à une différenciation magmatique par digestion d'une bande préexistante, sans migration, ni réinjection secondaire.

Le granite de la Serva connu à Wildersbach, à Neuwiller, dans la vallée de la Serva, près de Grendelbruch, est du type du Champ du Feu, mais il contient des enclaves d'une diorite monzonitique à amphibole aciculaire, inconnue ailleurs dans le massif. Les enclaves atteignent les dimensions du poing, de la tête, et jusqu'à quelques mètres cubes.

Des granulites à mica blanc sont développées à Raon-l'Étape. Au Kagenfels, près d'Ottrott, un granite à grain très fin, à quartz granulitique (en grains bipyramidés), à deux micas assez rares, a une allure filonienne.

Dans les Basses-Vosges, le granite du vallon du Jaegerthal à Windstein est amphibolique et légèrement porphyroïde. A Kutzenhausen, à 1561 m. de profondeur, un sondage a rencontré un granite porphyroïde à grosse orthose et mica noir déformé.

#### PHÉNOMÈNES DE MÉTAMORPHISME DE CONTACT PROVOQUÉS

PAR LE GRANITE HERCYNIEN.

##### *Métamorphisme des schistes de Steige.*

Le métamorphisme des schistes de Steige déterminé par le contact du magma granitique (granites d'Andlau et du Champ du Feu) observé déjà par PH.-L. VOLTZ, E. DE BILLY et A. DAUBRÉE, a été décrit aux environs de Barr et Andlau par E. ROSENBUSCH, en un travail demeuré classique et revu par J. DE LAPPARENT et J. JUNG.

En une auréole externe, se sont constitués des schistes tachetés : leurs taches sont provoquées par de la cordiérite de néoformation (alumine ferro-magnésien) ayant fixé les pigments charbonneux des schistes ; après altération de la roche, les pigments charbonneux ont été lessivés sauf à l'emplacement des cristaux de cordiérite dont ils constituent des pseudomorphoses, car la cordiérite elle-même a été secondairement détruite par

altération. Les schistes noduleux tachetés ont les mêmes caractères, en plus accentué.

En une auréole moyenne, dans les schistes noduleux micacés, se sont développés du mica biotite et de la staurotide (silicate aluminoferro-magnésien), parfois de la tourmaline (boro-silicate d'alumine ferro-magnésien), peu de cordiérite.

Une auréole interne est formée par une cornéenne, dure, compacte, parfois encore rubannée, à éléments totalement recristallisés, en un mélange grenu : andalousite (silicate d'alumine), sillimannite (silicate d'alumine avec un peu de fer), cordiérite, mica biotite, quartz, corindon (alumine cristallisée). On connaît des cornéennes à cordiérite et feldspath plagioclase, à tourmaline, à grenat, à amphibole.

#### *Métamorphisme des couches du système schisto-grauwackeux.*

Les auréoles de métamorphisme y sont rarement aussi régulières que dans les schistes de Steige. Les schistes argileux sont devenus noduleux par développement de cordiérite, celle-ci étant conservée dans certains schistes du massif des Ballons par exemple ; en d'autres cas les schistes se sont chargés seulement de mica biotite ; les cornéennes franches sont plus rares.

Les grauwackes sont devenues des cornéennes gréseuses massives, d'un noir violacé en se chargeant de biotite, ou d'un noir verdâtre en se chargeant d'amphibole, avec recristallisation de la silice. Les grauwackes à ovoïdes calcaires du Kolben dans le massif des Ballons sont devenues des cornéennes à pyroxène diopside (J. JUNG), chargées en outre de feldspath plagioclase calcique de néoformation, enrobant les grains de quartz de la grauwacke (J. JUNG et H. DERVILLE).

#### MÉTALLISATIONS HERCYNiennes.

La zone axiale des massifs de gneiss apparaît comme la plus riche en venues métallifères du groupe Argent, Cuivre, Plomb, Zinc, Arsenic, Antimoine et Fer. Autour de Ste Marie-aux-Mines, Ste Croix-aux-Mines,

la Croix-aux-Mines, Urbeis, ces métallisations peuvent au premier examen apparaître comme anté-hercyniennes. Mais des minéralisations analogues sont connues dans les régions schisto-grauwackeuses du massif des Ballons, à Plancher-les-Mines et Giromagny, dans la haute vallée de Masevaux et de la Lauch. Dans le massif schisto-grauwackeux de la Bruche, le Fer associé à des minéraux de la série Cuivre, Argent, Plomb est abondant à Rothau et Framont (Grandfontaine). Le Molybdène est amené par des pegmatites dans le granite hercynien du Champ du Feu près de Rothau et Neuwiller ; c'est aussi dans le granite hercynien du massif du Ballon d'Alsace que ce même métal gîte à Château-Lambert.

Ainsi les minéralisations métalliques des Vosges sont essentiellement en relation avec la magmatisme hercynienne par injection filonienne ou par transport fumerolien ou hydro-thermal. Les métallisations doivent être subcontemporaines de la période des venues granitiques (ou de peu plus jeunes). Elles sont vraisemblablement antérieures à la grande planation post-hercynienne des Vosges, elle-même anté-houillère, car les venues métallifères ne montent que très rarement dans les terrains post-hercyniens, et dans ce cas sans doute après remaniement filonien. D'autre part, le Permien contient une imprégnation arsenicale à Albé dans le bassin de Villé et une imprégnation cuprique à Courmont (vallon de la Valette) dans le bassin de Ronchamp (E. FOURNIER), imprégnations qui paraissent être sédimentaires, par emprunt à des filons hercyniens détruits par l'érosion.

#### FILONS MAGMATIQUES HERCYNIENS.

Des filons magmatiques en relation avec la granitisation hercynienne traversent les granites et leurs terrains encaissants : gneiss ancien et mieux encore le terrain schisto-grauwackeux. Les granites eux-mêmes sont inégalement lardés de filons : c'est ainsi que la masse de granite des crêtes particulièrement homogène et compacte est assez pauvre en filons autres que les veines aplitiques. Toutes ces injections filoniennes sont contemporaines ou subcontemporaines des venues granitiques dont elles constituent des différenciations ou schizolites.

Les différenciations les plus immédiates du magma granitique ont formé les aplites et pegmatites. Les différenciations plus accentuées constituent

d'une part les microgranites avec microsyténites et microgranodiorites, à texture plus ou moins porphyroïde et à pâte microgrenue, et les rhyolites à texture fluidale (porphyroïde ou vitreuse) ; — d'autre part les lamprophyres microgrenus ou porphyroïdes, riches en minéraux ferro-magnésiens (minettes, vogésites, kersantons, kersantites, spessartites). Mais de nombreux types de passage existent entre toutes ces roches.

Les aplites très grenues sont fréquentes ; leur composition varie du type granulitique avec tourmaline, au type microsyténitique ; d'autres sont des aplites microgranodioritiques (avec variétés micromonzonitiques, microdioritiques quartzifères) (J. DE LAPPARENT).

Les pegmatites à grands cristaux ayant conservé les éléments les plus fusibles du magma granitique sont moins fréquentes que les aplites. Celles des régions migmatiques de Gérardmer et des Trois-Epis sont peut-être anté-hercyniennes, ainsi qu'il a déjà été dit plus haut. Dans la région de Ste Marie-aux-Mines, il en existe de beaux filons riches en tourmaline. Dans le massif du Champ du Feu, quelques pegmatites ont un cortège métallifère avec molybdénite à Neuwiller, molybdénite et béryl à la Grotte des Partisans près de Rothau et divers minerais de la série Cuivre-Plomb (W. WAGNER, H. BÜCKING).

Les microgranites (dits aussi microgranulites) à texture plus ou moins porphyroïde, avec pâte microgrenue très fine, contiennent souvent du pyroxène ; ils ont alors même composition chimique que le granite à amphibole dont ils paraissent provenir. Certains ont l'aspect net de porphyres à grands cristaux de teintes variées dans une pâte rosie par altération : tel le porphyre de Rochesson près de Gérardmer. Certains, amphiboliques et riches en mica biotite, passent marginalement aux lamprophyres.

A côté des microgranites vient se classer toute une gamme de microsyténites et microgranodiorites près de Gérardmer, à La Bresse par exemple (G. CHOUBERT), déjà nommées plus haut sous leur aspect aplitique ; elles se chargent de biotite, plus souvent encore que les microgranites et sont alors des lamprophyres.

Les rhyolites (ou porphyres quartzifères, ou quartz-porphyles) offrent le plus souvent une structure fluidale et sphérolitique avec phénocristaux ; parfois elles ont un aspect aplitique. Elles se présentent en gros filons au Roskopf, à Eftermatten (au Sud du Champ du Feu), au Robinot, au Hury (dans la région de Ste Marie-aux-Mines), au col du Sattel près de Munster ; leur âge antépermien est attesté par le fait que certaines

d'entre elles sont recoupées par la minette ; elles sont également remaniées en galets dans le Houiller. (J. DE LAPPARENT, J. JUNG).

Les lamprophyres sont fréquents et ont été très étudiés (PH.-L. VOLTZ, A. DAUBRÉE, A. DELESSE, L. ELIE DE BEAUMONT, H. HOGARD, E. COHEN, G. LINCK, CH. VÉLAIN, W. BRUHNS, E. ROSENBUSCH, H. BÜCKING, J. DE LAPPARENT, J. JUNG, C. FRIEDLÄNDER, P. NIGGLI, G. CHOUBERT). Riches en minéraux ferro-magnésiens, ils consistent principalement en minettes et en vogésites.

Les minettes (microsyénites à mica biotite) avec orthose, albite, biotite abondante, souvent quartzifères, quelquefois à augite et olivine, sphène (silico-titanate de chaux) et apatite (fluophosphate de chaux) sont très fréquentes dans les Vosges méridionales et en bordure des massifs granitiques de la région de la Bruche ; les éléments calciques s'y altèrent en carbonate de calcium, susceptible d'être dissous à son tour ; la biotite se corrode ; la roche prend alors son aspect d'altération caractéristique, en boules entourées de poudre micacée brune ; c'est cette poudre qui, servant de matière inerte pour le bourrage des cartouches de mine, a reçu des anciens mineurs ce nom de minette.

Les vogésites (microsyénites à amphibole) avec plagioclases, orthose, augite aciculaire et amphibole hornblende accompagnent parfois les minettes.

Les kersantons, kersantites et spessartites sont moins fréquents. Les kersantites (microdiorites et microgabbros biotitifères) à plagioclases, pyroxène augite et amphibole hornblende, mica biotite, s'observent surtout au Sud de Gérardmer et en marge des massifs granitiques ; elles sont parfois quartzifères et passent alors aux kersantons, notamment dans le massif du Champ du Feu. Les spessartites (microdiorites très voisines des kersantons, mais avec peu ou pas de mica biotite) se montrent en quelques points, dans le massif du Champ du Feu par exemple.

Les lamprophyres traversant le granite hercynien de La Bresse contiennent parfois des enclaves anguleuses de roches gneissiques ou amphiboliques et de granites orientés, d'aspect ancien pré-hercynien, indiquant le voisinage du soubassement schisto-cristallin en partie respecté ou incomplètement digéré par la montée granitique (G. CHOUBERT).

## ÂGE DES GRANITES ET DES PLISSEMENTS HERCINIENS.

Les données les plus récentes sur la division stratigraphique du système schisto-grauwackeux permettent de croire que l'action métamorphique du granite peut se faire sentir sur toutes les subdivisions de la masse, y compris le Viséen (G. DUBOIS). Le granite serait ainsi viséen ou post-viséen. Si, en de nombreux points, le granite modifie le système schisto-grauwackeux en recoupant ses dislocations, il est lui-même disloqué et mylonitisé par les accidents hercyniens, telles les failles cisailantes de direction varisque des environs de Ribeauvillé et la grande dislocation rectiligne de direction rhénane Liepvre -- Le Bonhomme -- La Bresse (N. ARABU, J. JUNG).

Dans l'ensemble le granite est donc subcontemporain du plissement. Mais il y eut plusieurs phases de plissement et plusieurs venues granitiques dont la succession n'est pas établie avec certitude.

Les granites centraux des crêtes, à éléments largement cristallisés, sans trace de schistosité, et pauvres en filons microgrenus, semblent avoir été mis en place lentement et tranquillement, à une profondeur relativement grande. On peut supposer que ces granites se sont établis sous forte tension, mais déjà après l'effort de plissement principal. Le granite fluidal des Verreries en serait une forme d'épanchement lent, en une zone soumise à de moindres tensions. Les granites à éléments plus fins pourraient être plus superficiels et avoir été mis en place rapidement en phase de détente.

En fait les granites à éléments orientés sous pression ne sont pas fréquents. On peut se demander si le granite gneissique à deux micas du Bilstein, dont il a déjà été question lors de l'étude des granitisations anté-hercyniennes, n'est pas un granite hercynien précoce ayant subi des compressions importantes lors des phases premières ou moyennes des plissements ultérieurs : il serait un granite hercynien syntectonique, les autres étant au contraire post-tectoniques, c'est-à-dire postérieurs à la place postérieure du plissement. Mais les granulites et granites à muscovite ou à deux micas sont généralement considérés comme tardifs, car injectés dans les autres granites.

Tous ces faits sont encore incertains, le phénomène de la granitisation étant d'ailleurs fort obscur. Des poussées tardives avec failles cisailantes ont de toutes manières bouleversé l'ensemble déjà granité et provoqué

des écrasements assez localisés des roches granitiques déjà consolidées, avec formations de mylonites.

Les mylonites sont en général assez grossières, parfois plus fines à aspect pétrosiliceux, mais bien dissemblables des gneiss œillés anciens écrasés puis métamorphisés à nouveau dont il a été question antérieurement. Les mylonites sont fréquentes dans la région du Climont, Lubine, Haut-Koenigsbourg, Aubure, Ribeauvillé, où se multiplient les écaillés de terrains anciens et de granites hercyniens.

Quelques dislocations des Vosges centrales, de direction SSW-NNE sont accompagnées de mylonites d'épaisseurs très variables, de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Ces mylonites sont différentes des simples brèches de friction des failles d'âge alpin ; leurs éléments minéraux ont été en effet écrasés et réagglutinés (J. JUNG). On voit aussi les gneiss du massif de Ste Marie glisser sur les granites du Brézouard, au long d'une faille passant par St Pierre-sur-l'Hate, Haicot, Le Bonhomme (J. JUNG).

Une autre dislocation plus conséquente s'étend depuis la région au Nord de Ste Marie, par les Bagenelles, le col de Luschpach, Le Valtin, Retournermer, colline de Vologne, peut-être jusqu'au Sud du Ventron. Près de Ste Marie, elle amène le granite des crêtes contre le gneiss de Ste Marie, — au Sud, du granite contre du granite, — à Retournermer, le pincement d'un peu de gneiss et de schistes au milieu du granite. La dislocation est verticale ou peu inclinée, de telle manière que le compartiment occidental du versant lorrain passe sur le compartiment oriental du versant alsacien (J. JUNG). Ces accidents paraissent être hercyniens tardifs.

Les traits généraux de la tectonique hercynienne des Vosges ont été indiqués déjà lors de l'étude des unités géographiques de l'Alsace. Ils apparaissent très simples, surtout si l'on fait abstraction des masses magmatiques ; il existe une région axiale anticlinoriale où apparaît un vieux matériel gneissique pré-hercynien emballé dans les plis hercyniens.

Au Nord de la masse gneissique, dans la zone synclinoriale de la Bruche dans laquelle il faut comprendre les boutonnières à fond hercynien des Basses-Vosges (Jaegerthal et Weiler près de Wissembourg), le déversement des plis se fait le plus généralement vers le NW et la masse de gneiss directement poussée contre les couches du système schisteux du Climont y a provoqué les ruptures avec chevauchements squameux multiples de la zone du Climont.

En pleine masse gneissique, ainsi qu'au Sud de celle-ci, le déversement

des plis ou le glissement des écaïlles se fait généralement vers le SE. Une zone d'allure anticlinale esquissée dans la région de la Thur s'est inégalement rompue et les poussées ont amené des copeaux de tréfonds gneissique en petites squames ou fumées à travers le système schistograuwaqueux (Treh, Talhorn) ; les grauwackes du Grand Ballon chevauchent plus ou moins sur les grauwackes méridionales.

Dans les massifs belfortains, le déversement est peu marqué et orienté vers l'W ; ici des influences alpines ont troublé la disposition hercynienne primitive.

Dans le synclinorium Bruche-Wissembourg, les accidents tectoniques et les bancs des couches redressées sont subrectilignes, de direction varisque d'ensemble SW-NE, avec accentuation vers le SSW-NNE à Schirmeck, vers le WSW-ENE à Wissembourg. Dans le synclinorium des Ballons, les directions des bancs et des accidents tectoniques offrent des incurvations nombreuses (J. JUNG), semblant en rapport avec certains traits de tectonique anté-hercynienne.

Quoi qu'il en soit, la crise orogénique hercynienne principale des Vosges (phase ségalaunienne de M. LUGEON, sudétienne de H. STILLE) se décomposerait en phases successives sans doute nombreuses et répétées, parmi lesquelles on peut distinguer de façon assez théorique, une phase initiale avec magmatisme syntectonique, puis une phase de magmatisme post-tectonique avec venues filoniennes et granulitisations, enfin une nouvelle phase tectonique avec mylonitisation des masses indurées et cassures cisailantes.

Tout ceci pourrait s'être échelonné depuis la fin du Viséen supérieur jusqu'au cours du Westphalien. La planation de la chaîne hercynienne, commencée aussitôt, s'est faite pendant une grande partie du Westphalien ; elle était déjà assez avancée au Namurien supérieur pour permettre l'accumulation dans le bassin franco-belge de sédiments quartzeux et micacés issus du démantèlement des granites nouveaux (Ch. BARROIS). Au Hannonien supérieur (assise de Bruay supérieure), les étangs houillers ont pu s'établir sur la pénéplaine.

En l'état de nos connaissances, il n'est pas possible de préciser davantage dans les Vosges l'âge des dernières failles cisailantes hercyniennes, en raison même de la grande lacune stratigraphique qui s'étend ici entre le Viséen moyen et le Hannonien supérieur. Tous ces événements : plissements, granitisations, planation, ont duré sans doute plusieurs millions d'années. On peut, à titre d'approximation, admettre que la planation post-hercynienne était terminée en Alsace il y a 250 à 300 millions d'années.

### 3. — Série houillère.

Le Houiller fort développé dans le bassin de la Sarre et en Lorraine au NW des Vosges, encore assez étendu et épais dans le bassin de Ronchamp, entre le massif des Ballons et les massifs belfortains, est au contraire très pauvrement représenté dans les Vosges centrales.

#### A. — VOSGES CENTRALES.

Le Houiller n'y existe que sous forme de petits lambeaux, exploités au XVIII<sup>e</sup> siècle et jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup>, mais actuellement inexploités. Ordinairement peu épais, il y est essentiellement formé de poudingues, conglomérats grossiers, arkoses et sables à stratification entrecroisée, à éléments empruntés à l'hercynien voisin ; les schistes qui leur font suite y sont peu épais ou absents, les veines de houille y sont encore plus rares et n'existent que dans quelques-uns des lambeaux. Le Houiller d'Albé, près Villé, renferme à sa partie supérieure des lits de calcaire siliceux ou dolomitique, avec bancs à Crustacés Ostracodes (J. JUNG) et Algues Spongiostromides et Girvanelles (Y. MILON), puis des lits schisto-gréseux à blocs de rhyolites et des couches de tufs volcaniques et de cinérites.

Toutes ces formations reposent directement sur les roches anciennes de la pénéplaine posthercynienne, quelquefois dans de simples dépressions topographiques (paléo-creux) de cette pénéplaine, le plus souvent dans de petits fossés effondrés entre des failles : c'est alors grâce à cet effondrement que les lambeaux houillers ont été conservés malgré les érosions post-houillères, parfois sous le Permien lui-même conservé, parfois à l'affleurement même, toutes les formations post-houillères ayant été enlevées. Le Houiller affaissé est généralement plan, plus ou moins incliné ; il est exceptionnellement mollement plissé au Schaentzel près du Hohkœ-

nigsbourg (plissements faibles intra-stéphaniens ou post-stéphaniens).

Les lambeaux houillers vosgiens qui peuvent être datés par des restes végétaux (N. BOULAY, J. STERZEL) s'ordonnent assez régulièrement autour de la région St-Hippolyte-Roderen ; les lambeaux les plus anciens appartenant au Westphalien supérieur (Hannonnien supérieur) sont localisés près de ce centre ; les lambeaux plus jeunes qui se répartissent entre les différentes assises du Stéphaniens sont périphériquement disposés depuis Le Bonhomme jusqu'à Villé.

Ceci indique d'une part que les lambeaux houillers sont des restes de couches plus étendues, démantelées par l'érosion (J. JUNG) ; d'autre part que de petits mouvements du sol, suivis d'érosions, ont contribué au cours même du Houiller, à localiser les strates. Notons que les étangs houillers se sont installés sur la pénélaine vosgienne, sensiblement au moment où le bassin houiller franco-belge commençait à se plisser.

Par ailleurs, le Houiller d'Albé qui correspond à une zone très élevée de l'assise de St-Etienne, et dont la partie supérieure est peut-être déjà permienne, est recouvert directement sans discordance marquée, par un conglomérat d'âge permien. Ainsi l'incident tectonique le plus sensible dans la série houillère, réplique hercynienne tardive, paraît donc intra-stéphaniens, antérieur toutefois au dépôt des couches d'Albé (c'est-à-dire antérieur au Stéphaniens supérieur) ; et il y a passage insensible du Stéphaniens au Permien.

Le Houiller des Vosges a été décrit par A.-L. DE LAVOISIER et J.-E. GUETTARD, L. ELIE DE BEAUMONT, A. DAUBRÉE, J. KOECHLIN-SCHLUMBERGER, E. WEISS et surtout N. BOULAY.

Les schistes houillers ont livré d'assez belles flores où sont représentées les Sigillaires, Calamites, Sphénophylles, Fougères et Ptéridospermées (*Pecopteris*, *Alethopteris*, *Mariopteris*, *Callipteridium*, *Neuropteris*, *Odonopteris*, *Sphenopteris*, *Tæniopteris*) dont les nombreuses espèces se répartissent entre le Westphalien et le Stéphaniens. Toutefois les Ptéridospermées grimpanes *Mariopteris* sont exclusivement westphaliennes et si les *Pecopteris* abondent partout ils pullulent particulièrement dans le Stéphaniens. La Ptéridospermée Cycadoïde *Tæniopteris* n'apparaît qu'au Stéphaniens. Les Gymnospermes Cordaïtes à petites feuilles existent au Westphalien mais les formes à grandes feuilles se sont développées et ont pullulé à la fin du Stéphaniens. Les premières Conifères du groupe des Araucariales *Walchia* sont apparues vers la fin du Stéphaniens.

Toutes ces plantes vécurent sur place dans le marais houiller ou au bord du marais (sauf peut-être les *Walchia* habitant quelques coteaux

voisins). Elles sont représentées à l'état fossile par leurs feuilles, en empreinte sur les schistes, plus rarement par des débris de troncs, d'écorces de rhizomes dits *Stigmaria*, dans les schistes ou les grès. Les graines de Ptéridospermées et de Gymnospermes sont abondantes dans certains lits de schistes ou de grès.

Le climat de cette époque houillère était chaud et humide. Les calcaires et dolomies au sommet du Stéphanien, formant transition au Permien, indiquent peut-être un régime lacustre, subdésertique, parfois épisodiquement lagunaire.

Dans les mines de Roderen et de St-Hippolyte, on exploitait deux couches de houille assez grasse ; les schistes ont livré une flore du Westphalien (Hannonnien) supérieur, correspondant sensiblement à une zone élevée de l'assise de Bruay, avec Fougères ou Ptéridospermées : *Pecopteris arborescens* Schloth., *P. unita* Brongn., *P. dentata* Brongn., *P. plumosa* Artis, *Mariopteris latifolia* Brongn., *Palmatopteris furcata* Brongn., ainsi que *Sphenophyllum emarginatum* Brongn., Sigillaires nombreuses, *Lepidodendron*, *Calamites*, *Poacordaites palmaeformis* Goeppl., et des graines.

Le lambeau du Hury, occupant une dépression du gneiss sur le flanc Nord du Taennchel, contient une couche de houille maigre irrégulière, épaisse en général de quelques décimètres seulement. Il pourrait correspondre soit à la partie supérieure de l'assise de la Houve, soit à l'assise de Rive de Gier, base du Stéphanien : *Pecopteris dentata* Brongn., *Stigmarias*, *Calamites suckowi* Brongn., *C. cisti* Brongn., *Annularia longifolia* Brongn., *Cordaïtes* avec troncs, *Artisia angularis* Daws.

Dans le bassin de Villé, la mine de Lalaye exploitait cinq veines de houille pauvre en matières volatiles. Les couches y sont morcelées de failles et parfois inclinées au voisinage de la verticale ; la flore indique le Stéphanien inférieur (assise de Rive de Gier) : *Pecopteris cyathea* Schloth., *P. unita* Brongn., *P. affinis* Brongn., *P. plumosa* Artis, *P. polymorpha* Brongn., *Alethopteris serli* Brongn., *Mariopteris latifolia* Brongn., *Callipteridium pteridium* Schloth., *Sphenophyllum emarginatum* Brongn., *Sph. myriophyllum* Crépin, *Calamites* et *Annularia*, Sigillaires nombreuses, *Lepidodendron*, *Cordaïtes principalis* Germ., et des graines.

A Lubine, on a tenté vainement d'exploiter un lambeau de Houiller large de 150 m. en surface, pourtant épais d'environ 200 m. ainsi que l'a révélé un sondage ; sa flore indique le Stéphanien supérieur (assise de St-Etienne) : *Nevropteris tenuifolia* Brongn., *Odontopteris reichi* Gutb., *Alethopteris grandini* Brongn., *Pecopteris hemitelioides* Grand'Eury, *P.*

*plückereti* Schloth., *P. polymorpha* Brongn., *Sphenophyllum oblongifolium* Germ., *Cordaites principalis* Germ., *Calamites* et *Annularia*, graines nombreuses.

Dans le bassin de Villé, près de Villé et Albé, le Houiller se termine par les formations de l'assise d'Albé, épaisses de 60 à 105 m., et formées des couches suivantes :

- |                        |   |                                                                                                                               |
|------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sous-assise supérieure | } | 4. Argilolites schisteuses à blocs de rhyolites et tufs cinérites verdâtres.                                                  |
|                        |   | 3. Calcaires siliceux à Ostracodes et à Algues, dolomie et argiles schisteuses (= calcaires de Heissenstein au NE du bassin). |
| Sous-assise inférieure | } | 2. Argiles schisteuses, grès avec veines ou veinules de houille et lits bitumineux.                                           |
|                        |   | 1. Conglomérats, arkoses.                                                                                                     |

On a tenté sans succès d'exploiter la houille en différents points autour de Villé ; même lorsqu'elle se présente en une belle veine épaisse de 0 m. 70 et quoiqu'assez grasse, elle est par trop entremêlée de schistes (A. DAUBRÉE). La flore de ce Houiller (N. BOULAY, E.-W. BENECKE, L. VAN WERVEKÉ, G. RENOARD) comprend : *Pecopteris densifolia* Goepp., *P. cyathea* Schloth., *Sphenopteris cristata* Brongn., *Taeniopteris multinervis* Weiss, *Odontopteris subcrenulata* Rost., ainsi que *Caulopteris*, *Annularia*, *Cordaites*, *Ullmannia lanceolata* Goepp., *Walchia hypnoides* Brongn., et des graines. Sauf l'absence de *Callipteris*, la flore d'Albé a des caractères permien fort accentués qui la fait placer à la limite du Stéphanien et de l'Autunien.

Les calcaires dits de Heissenstein (E.-W. BENECKE et L. VAN WERVEKE), au NE du bassin, ont sensiblement même position stratigraphique que ceux des environs d'Albé et de Villé (A. DAUBRÉE, G. RENOARD).

Les calcaires, argilolites à blocs de rhyolites et cinérites de la partie supérieure de l'assise sont stratigraphiquement équivalents des formations inférieures de la masse volcanique du Nideck (S. MIHARA) que de coutume on classe dans le Permien. On pourrait ainsi faire passer la limite du Permien entre les schistes à houille et les calcaires d'Albé ; mais leur séparation est fort difficile. De ces remarques on retiendra donc surtout qu'il y a dans le bassin de Villé un passage insensible du Stéphanien à l'Autunien.

## B. — BASSIN DE RONCHAMP.

Le Houiller affleure assez largement au Nord de ce bassin, à Ronchamp, en bordure des Vosges. Au SE contre les massifs belfortains, il n'offre que des affleurements peu étendus à Chénebier, à l'Étang d'Autruche en Forêt d'Arsot, entre Bourg et Anjoutey. Le bassin se prolonge au sud à Lomont, Courmont, Beverne, où il est limité par le Saulnot, et vers le NW, l'W et le SW où sa limite d'extension n'est pas connue.

La houille y fut exploitée superficiellement dès le XVIII<sup>e</sup> siècle à Ronchamp, puis par une série de puits à Ronchamp, Eboulet, Champagne, Mourière, plus tard en partie délaissés. Actuellement l'exploitation est encore fort active en trois points qui vont chercher la houille de plus en plus profondément au Sud sous le Permien, et même au Magny d'Anigon, à 600 m. de profondeur sous le Trias et le Permien.

La limite d'exploitation est déterminée par une trop grande profondeur de gisement, relativement à sa faible richesse en houille comme à Lomont, ou même par sa grande pauvreté (La Brosse près de Lure, St-Germain), voire la stérilité du Houiller presque absolue (Beverne) ou absolue (Malbouhans, La Pissotte près de Lomont, Courmont). D'une manière générale, l'épaisseur totale utile des veines de houille qui est de 8 m. dans la région la plus riche de Ronchamp, diminue d'une part du Nord vers le Sud, d'autre part vers l'Est et vers l'Ouest.

Dans l'ensemble, le Houiller est disposé en une cuvette synclinale à flanc septentrional peu élevé, à flanc méridional brusquement relevé, peut-être étiré ou faillé, près du massif du Saulnot qui à Courmont est poussé vers le Nord contre le flanc méridional du bassin — peut-être même le chevauche-t-il un peu (E. FOURNIER), en suite de mouvements hercyniens tardifs post-permiens et sans doute aussi de mouvements alpins. Des accidents de détail : plis, failles radiales ou peut-être failles cisailantes viennent compliquer la structure du bassin ; ils sont mal connus et semble-t-il d'une faible amplitude. Certains de ces accidents ont un âge anté-permien mis en évidence par des discordances entre le Houiller et les argilolites de la base du Permien (E. TRAUTMANN).

Le Houiller exploité appartient au Stéphanien et paraît correspondre à l'assise de Rive de Gier, et à la base de l'assise de St-Etienne, avec flores riches en Fougères et Ptéridospermées, ainsi qu'en Cordaïtes. Les

espèces les plus remarquables sont : *Pecopteris dentata* Brongn., *P. polymorpha* Brongn., *Alethopteris grandini* Brongn., *Odontopteris reichi* Gutb., *Calamites*, *Annularia radiata* Brongn., *A. sphenophylloides* Zenk., *Sphenophyllum oblongifolium* Germ., *Cordaites foliolatus* Grand'Eury, *C. microstachys* Goldenb.

Les plus grandes profondeurs du bassin s'observent près de Lomont (Houiller à 930 m. de profondeur, altitude — 602) et Frotey-les-Lure (sondage arrêté dans le Permien à 1195 m. de profondeur, altitude — 865, sans avoir touché les couches sous-jacentes). Dans sa partie exploitée le Houiller atteint jusqu'à 250 m. d'épaisseur ; on y distingue :

a) une série inférieure, de Mourière, pouvant atteindre 75 m. d'épaisseur, formée de poudingues et de grès feldspathiques, de grès onctueux au toucher dits « zone talqueuse », sorte de tuf issu de roches volcaniques, riche en feldspath kaolinisé ou muscovitisé ; en outre, une couche de houille épaisse de 0 m. 45 qui fut exploitée autrefois.

b) une série supérieure, de Ronchamp, Eboulet, épaisse de 100 m. ou plus, composée de poudingues, arkoses, grès blancs et jaunes, schistes avec trois veines de houille (veine supérieure atteignant 3 m., veine intermédiaire 0 m. 75, veine inférieure 4 m. 60).

A faible profondeur les houilles sont grasses avec 25 à 30 % de matières volatiles ; au Sud à des profondeurs plus grandes, les houilles sont amaigries avec 8 à 15 % de matières volatiles (E. TRAUTMANN) ; la mine est assez fortement grisouteuse.

Au Sud du bassin, près du massif du Saulnot, le Houiller est riche en tufs volcaniques. En bordure du massif de l'Arsot, en forêt de Roppe, on a tenté d'exploiter une veinule de houille. Le Houiller y correspond à la partie la plus élevée du Houiller de Ronchamp. Ce niveau dit de Roppe est assez voisin de celui de Lubine et offre la même flore stéphanienne qu'à Ronchamp avec fréquence de *Annularia longifolia* Brongn., *Pecopteris cyathea* Schloth., *Alethopteris grandini* Brongn., *Dictyopteris schutzei* Roem.

#### HOULLER DE SARRE ET DE LORRAINE.

Le Houiller du bassin de la Sarre est contenu en un faisceau de plis hercyniens de direction SW-NE, formés à la fin du Permien inférieur

et dont la masse est bombée en un vaste anticlinal (anticlinal de Lorraine) d'âge alpin, dont la direction axiale est parallèle aux plis hercyniens. Au NW du faisceau de plis hercyniens sarro-lorrain, affleurent uniquement les terrains anté-houillers (Dévonien) du Hunsrück. Au SE du bombement anticlinal de la masse sarro-lorraine, entre ce bombement et les Vosges, les terrains primaires s'abaissent le long du synclinal de Sarreguemines d'âge alpin : le Houiller peut s'y trouver encore mais à de grandes profondeurs, ce qui prohibe son exploitation, pour le moment tout au moins.

L'axe du grand anticlinal sarro-lorrain s'ennoie vers le SW, de telle manière que les terrains houillers sarrois, qui affleurent, s'enfoncent en Lorraine sous une couverture de terrains secondaires qui devient de plus en plus épaisse vers le SW, jusqu'à la zone d'ennoyage de Remilly. Avant 1870, sur les indications de E. JACQUOT, des houillères s'étaient installées déjà dans le département de la Moselle. Grâce à l'allure tectonique des couches jurassiques indiquant le passage de l'axe anticlinal sarro-lorrain en Meurthe-et-Moselle près de Pont-à-Mousson (R. NICKLÈS), le Houiller productif débarrassé de sa couverture permienne fut reconnu, en 1904-05, à des profondeurs utiles, (l'axe anticlinal s'élevant un peu au SW de l'aire de Remilly), sous le Trias, d'abord à Eply, puis en une autre série de nombreux sondages. La profondeur du Houiller de Pont-à-Mousson est de 659 m. (altitude — 480) à Eply, de 955 m. (altitude — 742) à Bois-Grenay.

D'autres sondages permettent de juger de l'extension du Houiller vers le SW et le SE (R. NICKLÈS, L. DE LAUNAY). Il a été touché à Giroucourt-sur-Vraine (entre Mirecourt et Neufchâteau) à 682 m. de profondeur (altitude — 472) ; mais à quelques kilomètres au SE, à St Menge, il n'existe pas. On l'a touché, bien que stérile, à Jevoncourt (entre Mirecourt et Bayon) à 1158 m. de profondeur (altitude — 858). Enfin à Mont-sur-Meurthe, près de Lunéville, il a été atteint à 1172 m. de profondeur (altitude — 954). A Brin-sur-Seille, s'il existe, il doit être très profondément situé, car le sondage y a été arrêté dans le Permien à 1205 m. de profondeur. On ne l'a d'autre part touché ni à Aulnois près de Neufchâteau, ni à Foulain près de Chaumont, ni à Brion-sur-Ourse près de Châtillon-sur-Seine.

On peut aussi admettre qu'une cuvette synclinale contient du Houiller dont l'extension est limitée au Nord par une ligne passant au nord de Metz et de Bouzonville, au Sud par une ligne passant au sud de Neufchâteau, entre Giroucourt et St Menge, au sud de Lunéville et approxi-

mativement Fenestrange, Bitche. En Sarre et en Lorraine, le soubassement du Houiller de l'assise de Sarrebruck est inconnu : c'est selon toute vraisemblance une masse hercynienne plissée dont l'âge de plissement principal et de planation est celui de l'Hercynien vosgien.

Au NW du bassin sarrois, le massif du Hunsrück montre en bordure SE des roches anciennes schisteuses métamorphiques et quartzitiques anté-dévoniennes ou peut-être en partie dévoniennes (Gédinnien) ; puis se succèdent en anticlinaux et synclinaux répétés, des couches dévoniennes inférieures certaines : Gédinnien sous forme schisteuse et Coblentzien sous forme des quartzites du Taunus (Siegénien inférieur et moyen ou Taunusien) et des schistes du Hunsrück (Siegénien moyen et supérieur ou Hunsrückien). Les plis sont plus ou moins déversés vers le NW dans la plus grande partie du massif ; près de sa bordure SE, au SE de l'accident d'Hermeskeil, les plis sont déversés vers le Sud (H. SCHOLTZ, E. ASSELBERGHS, W. HENKE, H. QUIRING).

Au voisinage de la frontière française, à St Gangolph (vallée de la Sarre) et à Tünsdorf, affleurent les quartzites du Taunus. La même formation réapparaît, en petits pointements recouverts directement par le Trias, en Lorraine dans la vallée de la Moselle et de ses affluents, auprès de Sierck, Montoenach, Apach et Merschwiller. Les dislocations de ces quartzites traduisent ici encore une poussée vers le NW (L. VAN WERVEKE, N. THEOBALD). A Longwy, le Dévonien a été rencontré sous le Permien à 771 m. de profondeur sous forme de schistes (H. JOLY).

En Odenwald, les roches schisteuses anciennes sont fortement entremêlées de granites hercyniens. En Pfalzgebirge, les roches hercyniennes n'affleurent qu'en de rares points sous leur couverture permo-triasique et semblent, à Albersweiler notamment, être des roches pré-dévoniennes ou dévono-dinantiennes gneissoïdes avec injections granitiques dynamo-métamorphisées (L. RÜGER) ; les plis sont en général déversés vers le NW.

En Schwarzwald septentrional, la bande houillère de Diersburg-Berg-haupten près de Gengenbach qui représente le Namurien à *Pecopteris aspera* Brongn. (J. STERZEL) serait, d'après J. WILSER, une écaille tectonique pincée entre lames de gneiss et de granite, glissées vers le SE. Ainsi au point de vue histoire tectonique, ce Houiller inférieur doit être adjoint à la série schisto-grauwackeuse dévono-dinantienne. Ceci permet de préciser que, dans l'ensemble du massif Vosges-Schwarzwald, l'orogénèse hercynienne cisailante s'est produite en une ou plusieurs phases, pendant ou peu après le Namurien.

#### 4. — Série permienne.

Le Permien largement développé en Palatinat septentrional et dans le Nord du bassin houiller de la Sarre est très inégalement représenté en Alsace et dans les Vosges. Il n'est épais que de 10 m. dans le Nord de l'Alsace, où il apparaît sous le grès des Vosges à Weiler dans la vallée de la Lauter et au Jaegerthal près de Niederbronn. Plus au Sud il est caché sous le Trias. On le voit réapparaître à Wolfsthal près de Wangenbourg. Il affleure ensuite, sur de larges étendues dans les bassins intravosgiens, et en bandes étroites au pied de la côte prélorraine ou des buttes-témoins triasiques.

Dans le bassin de la Hasel (ou de Nideck) et de la Wisches, il peut atteindre 300 à 350 m. d'épaisseur. Il se poursuit dans la région du Donon et dans les vallées sarroises de St Quirin, de Turquestein ainsi que dans celle de la Plaine. Il constitue le pied de la côte prélorraine triasique qui domine le Paléozoïque de la Bruche et s'étale de nouveau entre Senones et Champenay. Il manque au contraire à Ste Odile où le Trias repose directement sur le Paléozoïque.

Plus au Sud, le Permien affleure de nouveau dans les vastes dépressions de St Dié et de Villé qui se correspondent de part et d'autre des Vosges. Il forme le pied de l'Ungersberg, du Hohkoenigsbourg, du Climent, de l'Ormont et autres buttes voisines. Il atteint 255 m. d'épaisseur à Colroy-la-Grande, 800 m. près de St-Dié, 119 m. à Fouchy, 300 m. dans la région de Villé.

Il manque à nouveau, ou n'est présent que sous une faible épaisseur, dans les Hautes Vosges, où le Trias des buttes-témoins repose en général directement sur le Paléozoïque (massifs du Taennchel, des Hohnack, de la forêt de Longegoutte), ainsi qu'entre Epinal, Plombières et Mélisey. Quelques lambeaux permien se montrent autour de Remiremont, notamment au Val d'Ajol et à Lauw.

Le Permien réapparaît en grande masse dans le bassin de Ronchamp, entre Giromagny, Etueffont, Belfort, Ronchamp et Courmont. Il y peut atteindre 900 m. de puissance ou davantage. Une bande étroite de Per-

mien, longeant le flanc SE des massifs belfortains, se suit de Romagny à Belfort et de Chalonvillars à Saulnot ; là où les massifs anciens s'annoient, ce Permien pré-jurassien est plus ou moins en continuité avec celui du bassin de Ronchamp.

En général, le Permien repose directement sur des formations pré-houillères. Lorsque le Houiller est présent, il repose sur lui en discordance légère ou en discordance accentuée (comme en certains points du bassin de Ronchamp), et exceptionnellement en concordance à Villé et Albé. Dans le bassin sarro-lorrain, le Permien inférieur (Autunien) est en concordance avec le Houiller supérieur (Stéphanien) ; puis une grande discordance existe au contraire entre le Permien inférieur et le Permien moyen.

Le Permien de l'Alsace et de ses abords est représenté par le facies continental, peut-être lagunaire en certains courts épisodes, le plus souvent rutilant, dit « Rotliegendes », peu marqué encore vers la base du Rotliegendes inférieur (Autunien), mais fort accentué dans l'Oberrotliegendes (Saxonien et peut-être en partie Thuringien). Ce facies rouge se continuera dans le Trias inférieur.

L'ensemble est riche en conglomérats à galets bien roulés et graviers disposés en stratification torrentielle ou en cailloutis grossiers, à éléments mal roulés et accumulés en désordre dans une boue argilo-sableuse rouge ; les éléments en sont empruntés aux roches du socle hercynien gneissique, schisto-grauwackeux ou granitique, souvent le plus proche. Le remaniement par altération des éléments du granite a produit des arkoses avec quartz plus ou moins roulés, ou des grès quartzeux feldspathiques ou kaoliniques, parfois micacés et passant alors aux psammites. Un des plus remarquables de ces grès est celui de Champenay, rose et blanc, à grain fin, se prêtant bien à la taille.

Les arkoses et grès du Permien inférieur sont porteurs de mispickel à Albé, de malachite et d'azurite à Courmont, produits sédimentaires arrachés à des filons hercyniens arsenicaux et cupriques.

Les lits argileux violacés, rouges et verts, sont fréquents ; ils sont plus ou moins schisteux ou indurés en roches dites argilolites. Parfois des galets de schistes ou d'argiles à peine durcis sont repris dans un lit gréseux. Tout ceci indique une sédimentation effectuée presque sur place, sans transport important, en une région à régime fluvial endoréique (c'est-à-dire sans écoulement régulier vers la mer), à climat subdésertique tropical, où de grandes averses de pluies saisonnières entrecoupaient des périodes de sécheresse.

Le grès de Champenay qui est demeuré tectoniquement à peu près horizontal présente des lits fortement inclinés (parfois de 30° à 40°), largement entrecroisés comme il est fréquent dans les deltas sous-lacustres. Il s'est formé en une série de petits lacs parmi les argiles déjà déposées : aujourd'hui les grès plus érodés que les argiles forment une série de buttes à relief vigoureux.

Des calcaires dolomitiques en lits ou en masses irrégulières, des dolomies cavernueuses ou cargneules, se montrent en différents points, surtout vers le sommet de la série ; ils sont parfois accompagnés de concrétions calcédonieuses, dues à de la silicification secondaire. Ces dépôts magnésiens indiquent peut-être un début de régime lagunaire ; peut-être se sont-ils déposés seulement dans des étangs sursalés. Mais il faut noter que, ni dans les Vosges, ni à leurs abords, on ne trouve dans le Permien aucun dépôt de sel gemme, ou de sel potassique : s'il s'en est produit, ces minéraux ont été complètement lavés depuis lors.

Il n'y a pas de formation marine franche dans le Permien alsacien (les dépôts marins dits « Zechstein » les plus méridionaux étant en Allemagne à Albersweiler, Heidelberg, Eberbach). Aussi rapporte-t-on ordinairement le Permien d'Alsace (Autunien et Saxonien) uniquement au Rotliegendes. Il est très probable toutefois qu'une partie des couches les plus élevées des grès rouges, chargées de lits dolomitiques, est l'équivalent stratigraphique du Zechstein (Thuringien).

Les fossiles sont en général rares. Quelques gisements sont exceptionnellement riches dans le Permien inférieur (Autunien). Ce sont alors uniquement des restes végétaux : empreintes de feuilles dans les schistes argileux gris et traces silicifiées, parfois en agate ou cornaline. Les plantes caractéristiques de la flore sont, à côté de quelques Sphénophylles et Calamites, de nombreuses et abondantes Fougères et Ptéridospermées, dont : *Callipteris conferta* Sternb., *Taeniopteris multinervis* Weiss, de nombreux *Pecopteris*, *Callipteridium*, *Callipteris*, *Neuropteris* ; en outre, diverses Gymnospermes, des Cordaïtes, une Cycadée rare *Plagiozamites planchardi* Renault, d'abondantes Araucariées *Walchia piniformis* Schloth.

Les plus riches gisements sont dans le bassin de Villé, à Albé, Hohwarth, Triembach, où ils ont été étudiés par A. DAUBRÉE, L. VAN WERVEKE, E.-W. BENECKE, R. ZEILLER, J. STERZEL, G. RENOARD. Il existe d'autres gisements dans le bassin de Ronchamp.

Les bois silicifiés proviennent surtout de troncs de Fougères ou Ptéridospermées arborescentes nommées *Psaronius*. Mais on a également reconnu des troncs de Gymnospermes dits *Medullosa*, *Pinites*, *Arauca-*

*rites, Araucaroxyton* (A. MOUGEOT, B. RENAULT, P. FLICHE). On en récolte surtout près de Triembach en val de Villé, à Ronchamp, à Val d'Ajol près de Remiremont, et à Faymont près de Plombières.

Un volcanisme intense a sévi pendant une grande partie du Permien. Dans les Vosges, les cheminées des appareils volcaniques ne sont pas observables et les centres éruptifs ne sont pas connus. Mais il existe de grandes coulées tabulaires dans la région de la Bruche, à Nideck, de la Wisches autour du Donon, dans le bassin de St Dié, dans les massifs du Val d'Ajol ; ce sont des coulées à texture plus ou moins porphyrique, souvent nettement fluidale et représentant des roches très acides : rhyolites, — ou très basiques : basaltes (dits aussi mélaphyres). Dans la région de Nideck, Wisches, Donon, les produits sont exclusivement rhyolitiques, parfois très acides (S. MIHARA). Dans le bassin de St Dié, se succèdent des basaltes et des rhyolites (CH. VÉLAIN) ; au val d'Ajol existent des rhyolites. Des brèches riches en blocs projetés et des tufs volcaniques sédimentés sont subordonnés aux coulées. Les fines cendres volcaniques projetées parfois très loin des coulées se sont sédimentées en cinérites dures à grain très fin ; certaines argilolites sont en grande partie cinéritiques.

Le type le plus complet et le mieux connu du Permien des Vosges est celui du bassin de Villé étudié par A. DAUBRÉE, E.-W. BENECKE, L. VAN WERVEKE, G. RENOARD. On y a distingué plusieurs assises qui se réduisent à trois bien définies (G. RENOARD) ; elles sont concordantes entre elles et concordantes avec le Houiller supérieur (Stéphanien, assise d'Albé) ; elles sont formées essentiellement de conglomérats, arkoses, schistes à végétaux à la base ; — de cinérites, tufs, argilolites au milieu ; — de grès rouges à leur partie supérieure, avec lits dolomitiques au sommet. Il leur a été donné les noms suivants (E.-W. BENECKE et L. VAN WERVEKE) empruntés pour les deux plus élevées à des maisons forestières voisines de Triembach :

3. assise de Kohlbächel (ou des grès rouges),
2. assise de Mauese buckel ou Meisen buckel (ou des argilolites et cinérites),
1. assise de Triembach (ou des conglomérats, arkoses et schistes à plantes).

L'ensemble mesurant 350 m. d'épaisseur environ s'est accumulé dans une fosse de subsidence (qui s'est affaissée au fur et à mesure de l'accumulation des sédiments), de telle manière que chacune des assises

transgresse les précédentes. Seule la dernière assise du grès rouge ou de Kohlbächel dépasse la limite du bassin, jusqu'à l'Ungersberg au Nord, au Hohkoenigsbourg au Sud.

Dans le bassin de Nideck, le Permien est surtout formé de couches volcaniques rhyolitiques, alternant avec des formations bréchoïdes, tuffacées, conglomératiques, recouvertes par les grès rouges identiques à ceux de l'assise de Kohlbächel ; les couches volcaniques ont été distinguées surtout par leurs caractères chimiques (principalement degré d'acidité) par S. MIHARA.

#### A. — PERMIEN DU BASSIN DE VILLÉ.

L'assise de Triembach (70 m.) (Autunien) débute par un conglomérat de galets de rhyolites à teintes violacées et se continue par des arkoses, des grès avec troncs d'arbres silicifiés et des schistes avec cinérites que l'on classe encore dans le Houiller de l'assise d'Albé. La rhyolite remaniée en galets est très acide et rappelle les rhyolites de Nideck. Dans le Nord du bassin, un lit de cinérite s'intercale dans l'arkose inférieure.

L'arkose gris rose ou violacée alterne avec des lits de schistes fossilifères à Triembach, Albé, Hohwarth. On y trouve la flore autunienne déjà mentionnée ; les Fougères *Callipteris conferta* Sternb., *Taeniopteris multinervis* Weiss, et l'Araucariée *Walchia piniformis* Schloth. sont partout assez fréquentes. Les graines *Cordaicarpus*, *Trigonocarpus* et *Samuroopsis* sont en général assez rares. Les troncs silicifiés se rencontrent surtout vers la base de l'assise. A Albé, l'arkose est tachetée de mispickel (arsenopyrite). Le gisement de Hohwarth paraît être stratigraphiquement un peu plus élevé que ceux d'Albé et de Triembach.

Les couches de Meisenbuckel (60 m.) (Saxonien inférieur) sont des argilolites, brèches, tufs et cinérites le plus souvent rhyolitiques claires. Les dépôts de cinérites correspondent à des phases d'activité volcanique ; les brèches et schistes à des périodes de dénudation de masses montagneuses voisines.

Les couches de Kohlbächel (200 m.) (Saxonien, Thuringien pour leur partie supérieure dolomitique) ont le type grès rouge (lie de vin) : conglomérats, arkoses, grès et schistes déjà mentionnés.

TABLEAU N° 3

---

Résumé stratigraphique du Permien des Vosges.

---

	} Mouvements tectoniques allobrogiens.	
<b>Thuringien.....</b>		( Mer du Zechstein en Palatinat et en Bade septent. )
	} Dolomies de l'Abbateux, du Windstein.	
		} Conglomérats, arkoses, grès, argilolites de Kohlbächel, Jägerthal; Conglo- mérats sup. de Guebwiller; grès de Champenay; grès de Giromagny.
<b>Saxonien.....</b>		
	} Argilolites et tufs de Meisenbüchel; Rhyolites sup. de la Nideck, Nompate- lize, Guebwiller.	
		} Arkoses et schistes de Triembach à <i>Cal- lipteris conferta</i> ; conglomérats inf. de Guebwiller; argilolites du Val d'Ajol à troncs silicifiés; conglom- mérats et argilolites de Ronchamp à <i>Callipteris conferta</i> . Rhyolites inf. de Haslach, Ronchamp, Mélaphyres de Brafosse.
<b>Autunien.....</b>	<i>Triembach.....</i>	

## B. — PERMIEN DE NIDECK.

Cet ensemble essentiellement volcanique, très découpé par des failles d'âge alpin et dont la base repose directement sur du Dévono-Dinantien n'est daté par aucun fossile. A la suite des travaux de S. MIHARA, il y a lieu de distinguer principalement :

4. assise des grès rouges supérieurs

3. assise des coulées volcaniques { grès avec rhyolites et petites coulées.  
coulée rhyolitique supérieure.  
coulée rhyolitique principale de la cascade de Nideck.

2. assise de grès rouge et conglomérat moyen.

1. assise volcanique inférieure des brèches et tufs rhyolitiques.

L'assise inférieure, épaisse de 120 m., est constituée de matériaux volcaniques d'origine explosive. A la base, se trouve une brèche de produits provenant d'explosions violentes : fragments de roches volcaniques anciennes, anté-permiennes, brisées et entraînées par une nouvelle activité volcanique. Puis viennent des tufs et brèches avec coulées lenticulaires de laves très siliceuses (83 à 81 % de silice), sodiques ou potassiques, très visqueuses, de couleur gris-violacé, jaunâtre, verdâtre.

Les grès rouges moyens, épais de 50 m., contiennent de nombreux débris de roches hercyniennes de la région, y compris ceux de rhyolite ancienne anté-permienne telle celle de Eftermatten-Rosskopf.

Ensuite viennent les grandes coulées tabulaires : ce furent des laves très fluides ayant couvert des kilomètres carrés de territoire. La coulée principale épaisse de 150 m., roche à moins de 69 % de silice, rouge-violacé, détermine les grands abrupts de la région de Nideck, et notamment la cascade de ce nom. La coulée supérieure épaisse de 40 m., bleu-violacé ou gris-violacé, a une teneur de 73 % de silice.

Il y a encore au dessus quelques émissions de lave fortement acide ; enfin c'est le dépôt de grès rouges, conglomérats et arkoses d'une puissance de 100 m.

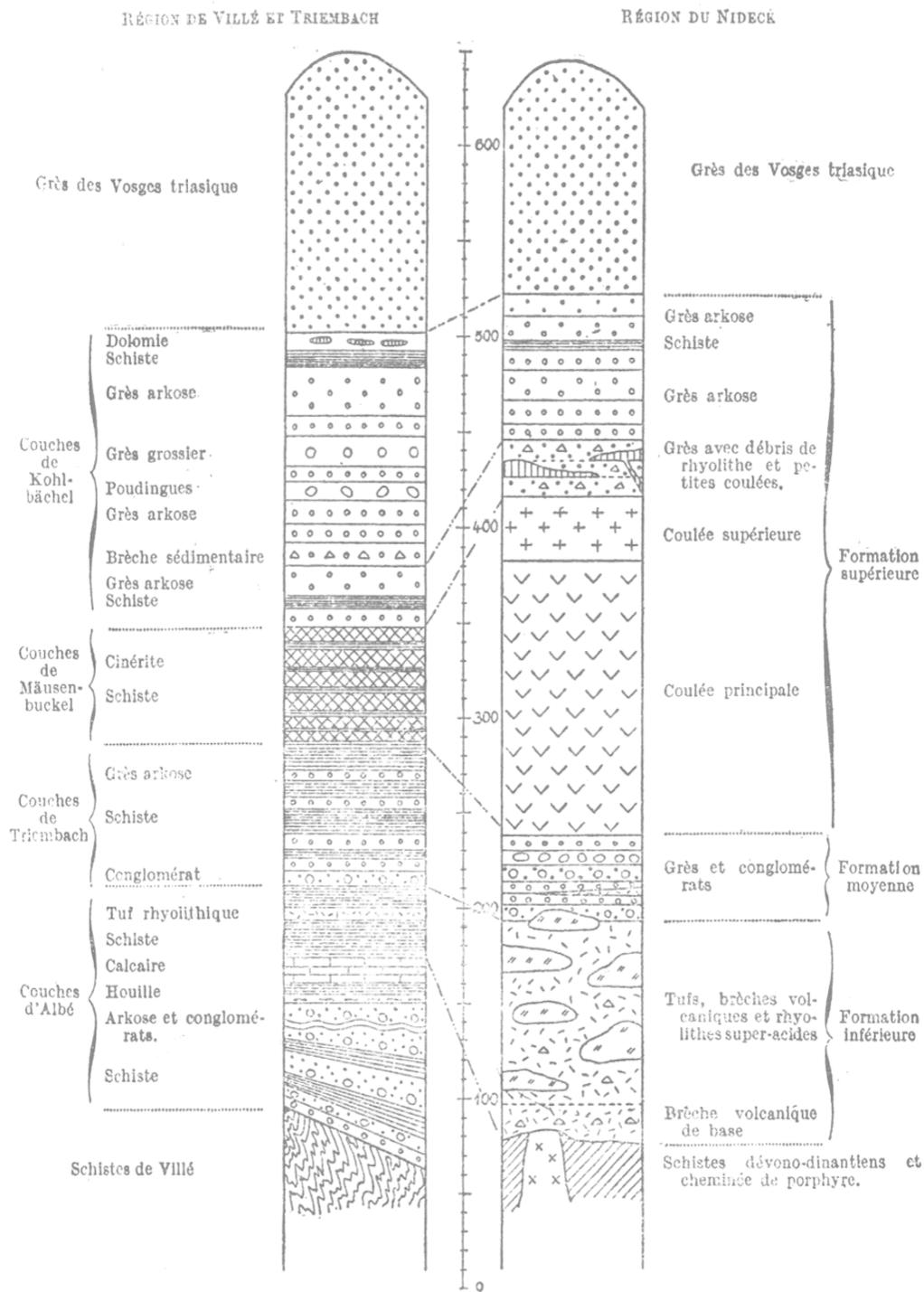


Fig. 2. — Comparaison du Permien du Bassin de Villé et du Permien du Nideck (Extrait de S. MIHARA. Etude géologique et pétrographique de la région du Nideck).

Grâce aux recherches de G. RENOARD et S. MIHARA, on peut tenter une comparaison stratigraphique assez précise du Permien des bassins de Villé et de Nideck. (Fig. 2).

La comparaison chimique des produits volcaniques de Nideck et des cinérites et rhyolites remaniées de la région de Villé amène aux résultats suivants (S. MIHARA) :

Villé		Nideck
Assise de Kohlbächel		grès rouges supérieurs
Assise de Meisenbuckel		assises des coulées
Assise de Triembach	} couches supérieures masse principale	grès rouge moyen
Assise d'Albé		

Il en résulte, simple question de systématisation stratigraphique, que la formation inférieure de Nideck doit être rangée dans le Stéphanien, si l'on maintient l'assise d'Albé tout entière dans cet étage.

Dans une grande partie des Vosges, seule est représentée l'assise de Kohlbächel à laquelle appartient par exemple le grès de Champenay. A Guebwiller, des conglomérats à troncs silicifiés représentent sans doute l'Autunien. Dans le bassin de Ronchamp, l'Autunien est formé de conglomérats, argilolites avec rhyolites et tufs rhyolitiques ; cet Autunien livre une flore à *Callipteris conferta* Sternb., *Pecopteris acuta* Brongn., *P. cyathea* Schloth. et *Cordaïtes*. Il contient des minéraux cupriques sédimentés aux Valettes près de Courmont (E. FOURNIER). Le Saxonien est formé par les grès blancs de Giromagny qui se continuent par la masse de grès rouges, arkoses, argilolites et schistes, type de l'assise de Kohlbächel.

## LE ZECHSTEIN.

Le Zechstein ou Permien supérieur (Thuringien), à facies marin plus ou moins franc, bien développé en Allemagne centrale est connu dans la région rhénane près de Albersweiler en Palatinat, de Heidelberg et Eberbach en Bade, limite de la mer du Nord germano-britannique du Zechstein.

Aux environs d'Albersweiler, sur 200 m. de Rotliegendes, repose un Zechstein marneux et dolomitique, pauvre en fossiles, épais de 2 m. 50. Près de Heidelberg et Eberbach, le Zechstein a 5 m. d'épaisseur ; il repose sur le Rotliegendes ou directement sur le granite hercynien. Il a livré des Lamellibranches, parmi lesquels des *Schizodus*.

## PERMIEN DU BASSIN DE SARRE-NAHE.

Au NW des Vosges, le Permien caché sous des dépôts secondaires prend un grand développement. Il manque ensuite dans la région de Sarrebruck comme dans celle de Pont-à-Mousson. Il réapparaît au N et au NE de Sarrebruck et s'étend en bordure du Hunsrück en direction SW-NE, formant la contrée dite bassin de Sarre-Nahe, se prolongeant même au-delà du Rhin en Wetterau. Le Permien atteint 800 à 1000 m. d'épaisseur dans la région de la Sarre, 2600 m. dans celle de la Nahe.

Le Permien se divise en Unterrotliegendes (Autunien) et Oberrotliegendes (Saxonien et sans doute Thuringien en partie). Ici, à l'inverse de ce qui se passe dans le bassin de Villé, une grande discordance tectonique sépare Unterrotliegendes et Oberrotliegendes. On y distingue les assises suivantes (E. WEISS, H. GREBE, P. PRUVOST) :

Oberrotliegendes	}	Assise de Kreuznach	140 m.
		Assise de Wadern	100 à 300 m.
		Assise de Sötern	50 à 100 m.
Unterrotliegendes	}	Assise de Tholey	100 m.
		Assise de Lebach	30 à 300 m.
		Assise de Kusel	130 à 1850 m.

L'assise de Kusel, débutant généralement par un conglomérat, est formée d'arkoses, schistes rouges, calcaires dolomitiques, puis de grès gris feldspathiques, schistes rouges et gris avec veinules charbonneuses ; l'assise fournit une flore à *Pecopteris arborescens* Schloth., *Callipteris conferta* Sternb., *Walchia piniformis* Schloth. Les couches de Kusel, concordantes avec les couches de Breitenbach, sont transgressives sur le Dévonien au Nord du bassin sarrois.

L'assise de Lebach comporte des schistes gris et noirs, parfois bitumineux, à nodules de carbonate de fer, ainsi que des grès feldspathiques et micacés. L'assise livre une flore riche en *Pecopteris arborescens* Schloth., *Callipteris conferta* Sternb., *Taeniopteris multinervis* Weiss, *Walchia piniformis* Schloth., en outre, une faune d'abondants Crustacés lacustres, *Estheria tenella* Jordan, *Gamponyx* (= *Uronectes*) *fimbriatus* Jordan, des Poissons, des Amphibiens Stégocéphales *Archegosaurus decheni* Goldfuss.

L'assise de Tholey est formée de grès feldspathiques, conglomérats et schistes rouges à bois silicifiés.

L'assise de Sötern est volcanique, formée surtout de grandes coulées de rhyolites et basaltes, associées à des brèches, tufs et cinérites ; les filons de mêmes roches recoupent le Dévonien, le Houiller et l'Unterrotliegenden.

L'assise de Wadern est gréseuse et conglomératique avec galets de roches de l'assise de Sötern.

L'assise de Kreuznach est formée de grès rouges ou bruns feldspathiques à ciment dolomitique et de schistes argileux rouges. C'est l'équivalent de la partie supérieure de l'assise de Kohlbächel dans les Vosges ; elle passe insensiblement au grès vosgien triasique. Elle est peut-être aussi l'équivalent continental du Zechstein ou Thuringien.

#### PERMIEN DES SONDAGES LORRAINS.

En Lorraine les sondages effectués en vue de rechercher la houille ont rencontré un Permien d'épaisseur fort variable. Il est absent à Mondorfles-Bains (Luxembourg) ; dans la zone synclinale luxembourgeoise, il a 231 m. à Longwy (grès rouge, grès, argiles bariolées avec rognons

d'anhydrite, gypse, dolomie, veinule charbonneuse et conglomérats vers la base) ; — et 360 m. environ à Avril près de Briey. Il est absent près de Pont-à-Mousson dans la zone anticlinale sarro-lorraine. Il prend de grandes épaisseurs dans la zone synclinale de Sarreguemines-Nancy : plus de 300 m. à Brin-sur-Seille, plus de 450 m. à Menil-Flin, 667 m. à Mont-de-Meurthe (grès rouges et formations rhyolitiques). Mais il n'a que 162 m. à Gironcourt-sur-Vraine et 40 m. à St Menge près de Mirecourt.

A Foulain près de Chaumont, il n'a que quelques mètres d'épaisseur. Il manque totalement dans la zone anticlinale des Faucilles. A Châtillon-sur-Saône, près de Bourbonne-les-Bains, il est représenté par une faible épaisseur de grès et rhyolites (A. DOBY). Plus au SE, il redevient puissant dans le prolongement du bassin de Ronchamp : épais de plus de 900 m. à Frotey-les-Lure, il n'a que 600 m. environ au sondage de La Brosse. Plus au Sud encore, il aurait environ 100 m. sur le bord Nord de la montagne de la Serre (E. TRAUTMANN).

En résumé, le Permien peu épais ou absent en certaines zones anticlinales, fort épais en d'autres zones synclinales en disposition WSW-ENE, ou SW-NE, tend à diminuer d'épaisseur vers l'W ou le SW dans ces zones synclinales.

#### PERMIEN DU SCHWARZWALD.

En Schwarzwald, le Permien est principalement représenté en bordure Nord du Dinkelberg, au Sud de Freiburg, dans la région de la vallée de la Kinzig et autour de Baden. Comme dans les Vosges, il a le facies Rotliegenden, constitué par des formations rouges avec venues volcaniques.

Unterrotliegenden — Des couches inférieures à végétaux près d'Oppenau, Hinterohlsbach, Durbach, Schramberg montrent des couches de passage du Stéphanien à l'Autunien, ainsi que l'Autunien inférieur, rappelant les couches supérieures d'Albé et de Triembach. Puis vient un complexe volcanique de coulées et de tufs, essentiellement rhyolitique ; près de Baden-Baden, on connaît, en relation avec cette masse volcanique, des couches sédimentaires à Araucariées *Walchia piniformis* Schloth., Crus-

tacés *Estheria tenella* Jordan et *Gampsonyx fimbriatus* Jordan (faune de l'assise de Lebach du bassin Sarre-Nahe).

Oberrotliegenden — Les couches rouges rappelant les formations de Kohlbächel dans les Vosges sont généralement transgressives sur le socle hercynien, débordant largement l'Unterrotliegenden.

## TECTONIQUE HERCYNIENNE TARDIVE

### HOUILLÈRE, PERMIENNE ET POST-PERMIENNE.

La planation de la chaîne hercynienne, commencée dès le Namurien dans la région Vosges-Schwarzwald-Sarre, s'est continuée pendant une grande partie du Westphalien supérieur (Hannonien). Cependant le grand lac houiller anglo-franco-belge avait directement et progressivement pris la place de la mer dinantienne sans grand bouleversement tectonique : peu à peu ce lac s'étala au Sud dans la région sarro-lorraine vers le milieu de l'Hannonien, dans les Vosges à la fin de l'Hannonien, puis très loin au Sud dans les domaines hercyniens pendant le Stéphanien.

Dans le grand bassin houiller du Nord de l'Europe, une nouvelle activité tectonique débute avec force vers la fin du dépôt de l'assise de Bruay et se continuera sans doute jusqu'à la fin de l'Hannonien. C'est la phase de plissement du Hainaut de J. GOSSELET, la phase asturienne de H. STILLE, dont un contrecoup provoquera dans le bassin sarro-lorrain la première surrection de la selle palatine (P. PRUVOST), avec discordance du conglomérat de Holz, base du Stéphanien, sur diverses strates westphaliennes.

Dans les Vosges, ce contrecoup se résoud durant le Stéphanien (ou à la fin de celui-ci), en quelques faibles plissements, et surtout en failles radiales avec effondrement des masses houillères stéphanienues en petits fossés tectoniques, au voisinage de la bordure Nord de la zone schisto-cristalline axiale vosgienne. Dans le bassin de Ronchamp, les accidents de la fin du Stéphanien bouleversent un peu le Houiller déjà accumulé.

Un dernier paroxysme tectonique se manifeste à la fin du Permien inférieur, plus particulièrement cette fois dans la région sarro-lorraine, avec plis et plis-failles assez aigus suivis d'une planation rapide (phase

**TABLEAU**

**Stratigraphie du Permo-carbonifère (et plus et ses**

Divisions stratigraphiques générales		Bassin Sarro-Lorrain			
Permien	Oberrotliegendes (= Permien supérieur)	Ass. de Kreuznach . . . . . 140 m. Ass. de Wadern . . . . . 100 à 300 m. Ass. de Sötern (volcanique) 50 à 100 m.			
	Unter rot-liegendes Autunien	Ass. de Tholey . . . . . 100 m. Ass. de Lebach . . . . . 80 m. Ass. de Kusel . . . . . 180 m.			
Carbonifère	Stéphanien	Rss. de Breitenbach 200 m. Calcaires et Schistes	Couches pauvres en charbon Charbons secs à longue flamme Etage d'Ottweiler		
		Rss. de St. Etienne } St. Etienne } Avaize } s. str.		Rss. de Potzberg 1000 m. Couches rouges	
		Ass. de Rive de Gier		Ass. de Sarrelouis 550 m. Zone de Dilsbourg Zone de Götterborn Conglomérat de Boiz	
	Houillier	Ass. de La Houve	Ass. de la Houve 2000 m. Zone de Faulquemont Zone de St Avoird Zone de Forbach	Charbons flambants supérieurs Charbons flambants inférieurs Etage de Sarrebruck	
		Ass. de Bruay	Ass. de Sulzbach 600 m.	Charbons gras de Neunkirchen	
		Westphalien (= Westphalien s. str.)	Ass. d'Anzin	Ass. de St. Ingbert 450 m.	Charbons gras de Rothell Conglomérat de Rischbach
			Ass. de Vicoigne		
		Namurien (= Culm sup. aucl.)	Ass. d'Andenne		
	Ass. de Chokier				
	Culm	Dinantien	Viséen		
Tournaisien					

N° 4

particulièrement du Houiller) dans l'Est de la France  
abords.

Vosges en général (et Permien du Bassin de Villé)	Bassin de Ronchamp	Schwarzwald
Ass. de Kohlbächel A. de Meisenbuckel (Cinér.) 60 m.	Grès rouges Grès blancs de Girromagny Argilolites et cinérites de Ronchamp	Rotliegendes
Ass. de Triembach 70 m.		
Ass. d'Albé 100 m.   Cinérites, Calcaires Schistes		
Houiller de Lubine	Ass. de Ronchamp	Houiller de Hinterohlsbach et Hohengeroldseck
Houiller de Lalaye Houiller du Hury	Ass. de Mourière	Houiller de Baden-Baden
Houiller de Roderen et St. Hippolyte		
		Houiller de Diersburg et Berghaupten
Masse principale des grauwackes dinantiennes des Vosges (Champenay, Bourbach, Thann)		Grauwacke de Lenzkirch
Grauwackes et arkoses		Culm de Schönau

saalienne de H. STILLE). Pendant ce temps, dans les Vosges ne se produisent guère que des subsidences de bassins permien, avec failles d'affaissement, sans plis aigus. Des fractures et des ondulations à grand rayon eurent lieu à la fin du Permien en divers points de la région : elles sont contemporaines des mouvements allobrogiens de M. LUGEON dans le domaine alpin (phase palatine de H. STILLE) ; le Permien fut ensuite érodé sur les régions anticlinales. Dans l'ensemble, les axes tectoniques permien ont épousé les grandes directions varisques.

Une juxtaposition approximative de traits tectoniques hercyniens, post-hercyniens et permien peut s'observer parfois, en particulier dans la zone disloquée du Climont. Les gisements houillers sont conservés, surtout en bordure Sud de cette zone, où s'est manifestée par conséquent une tendance à l'affaissement durant le Stéphanien. Pendant le Stéphanien supérieur et le Permien, cette tendance s'est accentuée, mais en se faisant sentir un peu plus au Nord, dans la région même de la grande dislocation hercynienne.

La résultante de tous ces mouvements tectoniques dans l'Est de la France est telle que la disposition des plis et fractures accuse une poussée vers le Nord dans le bassin houiller franco-belge et le massif ardennais, — une poussée vers le Sud en bordure méridionale du Hunsrück et dans la région sarro-lorraine, — une poussée vers le Nord dans les Vosges hercyniennes septentrionales (massif de la Bruche), — une poussée vers le Sud dans les Vosges méridionales et dans tout le Schwarzwald. Dans les massifs belfortains et en bordure Sud du bassin de Ronchamp, s'accuse une poussée vers le Nord ; mais il est difficile d'y faire le départ des actions hercyniennes et alpines.

## 5. — Série triaso-jurassique.

Dans la plus grande partie de l'Alsace, cette série est continue, concordante, depuis le Trias inférieur jusqu'au Bathonien ; cet ensemble peut atteindre 1200 m. en Basse-Alsace. Le Trias débute par des formations continentales subdésertiques, faisant suite à celles du Permien, et se continue par des dépôts marins et lagunaires jusqu'au Rhétien. Avec le Lias s'installent les facies marins francs, parfois assez profonds. Une tendance à l'émersion se manifeste dès l'Aalénien, pendant le Bajocien et le Bathonien. Le Callovien exceptionnellement respecté par l'érosion au Scharlachberg et près de Barr indique un nouvel approfondissement du bassin de sédimentation. Les couches les plus élevées de la série jurassique ont été enlevées par l'érosion post-jurassique : c'est ainsi qu'on récolte dans les conglomérats oligocènes des galets de calcaire blanc à grain fin qui ne peut provenir que du Rauracien totalement démantelé.

En Haute-Alsace, le Trias et le Lias offrent un moins beau développement qu'en Basse-Alsace, tout en conservant les mêmes caractères généraux ; en revanche le Jurassique supérieur y est conservé jusques et y compris le Rauracien à Lauw (S. GILLET et D. SCHNEEGANS), — le Séquanien en Sundgau, — le Kimméridgien en Belfortais et en Jura alsacien ; le Portlandien n'est conservé que beaucoup plus au Sud en Jura comtois et soleurois. En Jura alsacien, la série jurassique est épaisse de 300 m., de l'Aalénien au Kimméridgien. La série est marine de l'Hettangien au Kimméridgien inclus. En Bade, l'Oxfordien est conservé plus au Nord qu'en Alsace : il a été trouvé en un sondage près de Lahr (C. SCHNARRENBERGER) ; le Séquanien est connu en Brisgau.

## TRIAS

Le Trias se présente dans son ensemble et dans toute la région sous le facies germanique : il admet ainsi la division en Buntsandstein ou grès bigarré (Vosgien + Werfénien), Muschelkalk ou calcaire conchylien (Virglorien + Ladinien), Keuper ou marnes irisées (Carnien + Norien).

### A. — TRIAS DES VOSGES SEPTENTRIONALES ET DE BASSE-ALSACE.

En notre région, le Trias atteint son plus grand développement dans les Vosges septentrionales et dans les collines sous-vosgiennes de Basse-Alsace, soit environ 650 m. d'épaisseur.

#### *Subdivisions du Trias en Basse-Alsace.*

Trias inf. = Grès bigarré = Buntsandstein (380-575 m.)

**Werfénien** (80 m.).

**Werfénien sup.** (10 à 20 m.) : grès bigarré de Sultz-les-Bains, avec lits schisteux et micacés, comprenant :

2°. parfois au sommet, argiles bariolées schisteuses avec plaquettes gréseuses, à *Estheria albertii* Voltz et *Lingula* (0 m. 50 à 2 m.).

1°. grès rose bigarré (= haute masse des grès bigarrés), à *Voltzia heterophylla* Brongn., *Anomopteris mougeoti* Brongn., *Schizoneura paradoxa* Schimper et Mougeot, *Equisetites mougeoti* Brongn., *Schimperella beneckeii* Bill., *Estheria albertii* Voltz, *Anoplophora impressa* Alb., *Clytiopsis argentoratensis* Bill., *Limulus* (*Limulites*) *bronni* Schimp., *Mastodonsaurus waslenensis* H.v.Mey. (10 à 18 m.).

**Werfénien inf.** (60 à 70 m.) : argiles bariolées amarantes à nodules dolomitiques et grès micacés, à *Semionotus alsaticus* Deecke, *Odontosaurus voltzi* H.v.Mey., *Nothosaurus schimperi* H.v.Mey., végétaux. Bancs de poudingue vers la base.

**Vosgien** (300 à 480 m.).

**Vosgien sup.** (300 à 400 m.) : grès des Vosges, généralement rouge et grossier, avec lits argileux et lits de poudingue en stratification entrecroisée. « *Chelonichnium vogesiacum* » Schimper (Jaegerthal). Comprenant plus ou moins nettement :

3°. au sommet, poudingue de Ste Odile (= grand conglomérat) (20 m.).

2°. grès des Vosges sup. grossier mais à galets rares (170 m.).

1°. grès des Vosges inf. bariolé, fin, kaolinique, parfois avec pseudomorphoses de calcite ; galets abondants vers la base (= conglomérat inf.) (180 à 200 m.).

**Vosgien inf.** (80 m.) : grès bigarré inf. argileux micacé du Sauerthal, du Jaegerthal.

Trias moyen = Calcaire conchylien = Lettenkohle + Muschelkalk  
(165 à 240 m.).

**Ladinien** (90 à 105 m.).

**Ladinien sup.** (30 m.) : marnes et dolomies à *Myophoria goldfussi* Alb., *Trigonodus sandbergeri* Alb., *Lingula tenuissima* Bronn (= Lettenkohle = Kohlenkeuper = calcaires d'Emberménil en Lorraine). Comprenant :

3°. au sommet, dolomie fossilifère avec *Myophoria intermedia* Schaur. (1 m.) (= dolomie limite).

2°. marnes bariolées avec grès et dolomies, à *Anoplophora brevis* Schaur. (20 m.).

1°. calcaire et dolomie à *Estheria minuta* Goldf., dents et ossements, *Acrodus lateralis* Ag. = *gaillardoti* Ag. (12 m.).

**Ladinien moyen et inf.** (60 à 75 m.) : calcaires et calcaires marneux gris des corniches.

**Ladinien moyen** (50 à 60 m.) : calcaires gris lités avec lits marneux ou argileux (= Hauptmuschelkalk sup.), comprenant généralement :

3°. au sommet, bancs riches en *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* Schl., *Gervillia (Hoernesia) socialis* Schl., *Myophoria goldfussi* Alb., *Lima striata* Schl. (2 m.).

2°. bancs à *Ceratites semipartitus* Montf.

1°. masse principale à *Ceratites nodosus* Schl.

**Ladinien inf.** (10 à 15 m.) : calcaires à Entroques (= Trochitenkalk = Hauptmuschelkalk inf.); calcaires lités parfois oolithiques ou à silex, parfois à structure stylolithique, avec bancs épais (généralement trois), riches en *Encrinus liliiformis* Lamk., En outre, *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* Schl., *Myophoria laevigata* Alb., *Chemnitzia (Undularia) scalata* Schl., *Pemphix sueuri* Desm., *Pecten discites* Schl., dents ou ossements de *Hybodus major* Ag., *Placodus gigas* Ag., *Nothosaurus*.

**Virglorien** (75 à 135 m.).

**Virglorien sup.** (30 à 75 m.) : argiles bariolées et dolomies (= Anhydrit Gruppe = argiles de Pexonne en Lorraine), comprenant :

2°. au sommet, dolomies en plaquettes et cargneules grises avec nodules calcédonieux et quartz, à *Lingula tenuissima* Bronn (10 à 25 m.).

1°. marnes bariolées faiblement gypsifères (= marnes salifères de Saralbe en Lorraine) (20 à 50 m.).

**Virglorien moyen** (25 à 35 m.) : dolomies et marnes comprenant :

3°. au sommet, dolomie compacte grise à *Myophoria orbicularis* Bronn, *Gervillia costata* Schl. (4 à 5 m.); parfois avec bone-bed dans la partie moyenne.

2°. calcaires et dolomies ondulés ou spongieux à *Pentacrinus dubius* Beyr. avec bancs à *Lingula* (6 à 20 m.).

1°. marnes et dolomies à *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* Schl., *Gervillia (Hoernesia) socialis* Schl., *Lima lineata* Schl. (15 m.).

**Virglorien inf.** (20 à 25 m.) : grès argileux gris et violacé dolomitique (= Muschelsandstein = grès conchylien = grès de Ruaux en Lorraine), à *Beneckia buchi* Alb., *Myophoria vulgaris* Schl., *Gervillia (Hoernesia) socialis* Schl., *Lima striata* Schl., *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* Schl., Entroques (Encrines), comprenant plus ou moins nettement :

3°. au sommet, couches à *Pleuromya (Myacites)*, avec niveau à *Terebratula (Diclasma) ecki* Frantzen (15 m.).

2°. couches à Entroques (5 à 10 m.).

1°. lit argileux à *Naticopsis (Trachynerita) gaillardoti* Defr. (0 m. 50).

**Trias sup.** = Marnes irisées = Keuper (125 à 160 m.).

**Norien** (30 à 53 m.).

**Norien sup.** (30 à 50 m.) : marnes irisées supérieures à *Myophoriopsis*

TABLEAU N° 5

Résumé stratigraphique du Trias d'Alsace.  
(Type de Basse-Alsace)

Keuper.....	Norien.....	Marnes irisées sup.....	} Marnes bariolées et marnolites. Marnes rouges et gypse de Wal- tenheim.
		Dolomie moyenne.	
Muschelkalk	Carnien....	Marnes irisées moyennes.	} Marnes schisteuses à <i>Estheria la- titexta</i> .
		Grès à roseaux : <i>Equisetites arenaceus</i> .	
	Ladinien...	Marnes irisées inf.....	} Marnes bariolées et gypse de Flex- bourg (= Keuper salifère de Lor- raine).
		Dolomies à <i>Myophoria goldfussi</i> (= Lettenkohle)	
Virglorien.	Calcaires gris des corniches (= Hauptmuschelkalk)	} Calcaires lités à Cératites. Calcaires massifs à Entroques.	
	Groupe de l'Anhydrite		Dolomies en plaquettes et car- gneules à <i>Lingula tenuissima</i> . Marnes bariolées gypsifères (= Sel de Sarralbe).
	Muschelkalk inf.		Dolomie à <i>Myophoria orbicularis</i> . Marnes, dolomies et calcaires on- dulés à Pentacrines. Grès conchylien (Muschelsandstein).
Buntsand- stein.	Werfénien.	Grès bigarré sup.	} Grès à <i>Voltzia</i> . Argiles amarantes à Reptiles.
	Vosgien...	Grès bigarré inf.	

*keuperina* Quenst., *Perna keuperina* Blanck., *Natica turbilina* H.v.Mey.,  
comprenant :

3°. au sommet, marnes bariolées avec quelques bancs de grès dans la partie supérieure et nombreux lits de marnes grises dures surtout dans la partie inférieure ; quelques niveaux fossilifères et quelques lits de gypse (= Steinmergelkeuper) (25 à 40 m.).

2°. marne violacée dolomitique (0 m. 50 à 1 m. 50).

1°. marnes bariolées rouges, avec lentilles d'anhydrite et gypse (3 à 12 m.).

**Norien inf.** (1 à 3 m.) : marnes dolomitiques dures jaunâtres en plaquettes et cargneules grises ou violacées (= dolomie moyenne de BEAUMONT = Hauptsteinmergel de BENECKE = Crapauds de Lorraine).

**Carnien** (95 à 105 m.).

**Carnien sup.** (9 à 20 m.) : marnes irisées moyennes et grès, comprenant :

2°. au sommet, marnes bariolées avec grès et gypse (4 m.).

1°. grès micacé verdâtre brun ou violacé et argiles schisteuses noires (5 à 14 m.), à *Equisetites arenaceus* Jaeger, *Pterophyllum jaegeri* Brongn. (= grès à roseaux = Schilfsandsstein = grès de Stuttgart = grès keupérien).

**Carnien inf.** (85 m.) : marnes irisées inférieures comprenant :

a) des marnes à *Estheria latitexta* Sandb. (15 à 17 m.) :

2°. au sommet, de couleur gris vert, dolomitiques avec grès et ovoïdes ferrugineux (5 m.).

1°. bariolées rouges, sableuses et nodules de quartz ; gypse à la partie supérieure (10 à 15 m.).

b) des marnes gris foncé ou bariolées, avec plaquettes gréseuses et cargneules, pseudomorphoses de sel gemme et gypse (= Salzkeuper = keuper salifère de Lorraine) (60 à 70 m.) Couches de base gris verdâtre (3 m.) (= Grundgypsschichten de Thürach) non gypsifères.

### *Description du Trias de Basse-Alsace.*

#### **Grès bigarré ou Buntsandstein.**

Il débute par des formations continentales subdésertiques que représente le grès des Vosges, auquel font suite des couches d'argiles amarantes et

de grès micacés avec nodules dolomitiques, puis le grès bigarré proprement dit ou grès à *Voltzia*, dépôts essentiellement lacustres, en partie lagunaires.

Le **grès des Vosges** constitue les Vosges gréseuses, le bord du plateau lorrain et quelques hauts massifs en fossé rhénan. Il est rouge, quartzeux à ciment ferrugineux, à stratification entrecroisée avec ripple-marks (parfois à structure alvéolaire par altération en affleurement). Il contient des lits d'argile rouge et des galets de cette même argile constitués à peu près sur place. A tous niveaux, il présente en outre des galets roulés de roches dures anciennes, surtout abondants vers la partie supérieure de la masse gréseuse où s'individualise alors une assise compacte : poudingue de Ste Odile ou « grand conglomérat », constituant la plupart des corniches et sommets ruiniformes des massifs gréseux. Les galets de quartz blanc sont de beaucoup les plus nombreux ; mais on rencontre aussi des galets de roches paléozoïques diverses, parfois fossilifères ; les uns et les autres proviennent du Taunus et autres massifs dévoniens situés au Nord des Vosges. Des galets de phanites siluriens à Graptolites n'ont pas de provenance connue.

La base et la partie moyenne de la masse gréseuse, présentes seulement dans le Nord des Basses Vosges et dans la région de Niederbronn, sont souvent à l'état de grès tigrés, argileux ou kaoliniques, lie de vin, à tâches brun noir d'oxydes de fer et de manganèse, avec pseudomorphoses de calcite et dolomie, minéraux aujourd'hui disparus.

Le grès des Vosges n'est pas fossilifère : on n'y a jamais signalé qu'une empreinte de pas d'un quadrupède terrestre, probablement un Reptile, au Jaegerthal, et qui fut nommée *Chelonichnium vogesiacum* Schimper.

Épais de 450 à 500 m., dans le Nord des Vosges, le grès des Vosges diminue d'épaisseur vers le Sud, où ses assises les plus inférieures ne sont pas représentées ; le poudingue de Ste Odile, épais de 20 m. en Basses Vosges, diminue lui aussi d'épaisseur vers le Sud où il n'atteint que quelques mètres de puissance. Le grès et ses lits de galets semblent s'être déposés en une vaste dépression continentale, à régime endoréique, c'est-à-dire privée d'écoulement fluvial régulier vers l'océan, sous un climat très chaud, subdésertique, entrecoupé de débâcles pluviales torrentielles.

Les couches de passage du grès des Vosges au grès à *Voltzia*, épaisses de 60 à 70 m., formées d'argiles amarantes à nodules dolomitiques et de grès micacés, ont livré près de Wasselonne des restes de végétaux et de

vertébrés aquatiques ou fréquentant les rives des lacs et lagunes : Poissons *Semionotus alsaticus* Deecke ; Amphibiens Stégocéphales *Odontosaurus* (*Capitosaurus*) *voltzi* H.v.Meyer, *Mastodonsaurus vaslenensis* H.v.Meyer ; Reptiles Sauroptérogens *Nothosaurus schimperi* H.v.Meyer.

Le grès bigarré proprement dit ou **grès à Voltzia** (10 à 20 m.), constitué de grès rose à grain fin avec lits psammitiques micacés et lits schisteux verts, est riche en débris végétaux, récoltés par W.-P. SCHIMPER et J.-B. MOUGEOT, surtout à la carrière Royale de Soultz-les-Bains : Prêles *Equisetites mougeoti* Brongn., *Schizoneura* ; Fougères *Anomopteris mougeoti* Brongn., *Neuropteridium elegans* Brongn., *Pecopteris soultziana* Brongn., Cycadées *Otozamites vogesiacus* Schimp. et Moug., *Albertia*, et surtout une Conifère *Voltzia heterophylla* Brongn. Il livre aussi de nombreux Lamellibranches *Anoplophora* et des Crustacés d'eau douce (W.-P. SCHIMPER, PH. BILL, F. FIRTIION), notamment *Apus* (*Apudites*) *antiquus* Schimp., *Estheria albertii* Voltz, *Schimperella beneckeii* Bill, *Penaeus atavus* Bill, *Clytiopsis argentoratensis* Bill, une larve d'Insecte *Mesoplectopteron longipes* Handlirsch, un Amphibien Stégocéphale *Mastodonsaurus vaslenensis* H. v. Meyer ; on y trouve des pontes de Poissons dites : *Palaeoxyris*. C'est donc une formation essentiellement lacustre ; toutefois le voisinage de la mer germanique est indiqué (F. FIRTIION) par la présence d'une Limule *Limulites bronni* Schimper et d'un Poisson *Saurichthys daubrei* Firtion. Effectivement, le régime marin règne déjà dans le bassin germanique et s'y manifeste par le dépôt du « Röth », équivalent marin du grès à *Voltzia* alsacien.

Dans les feuilletts argilo-schisteux, des pontes (vraisemblablement de Poissons) sont fréquentes (L. GRAUVOGEL) ; elles ont 4 à 5 cm. de diamètre, parfois 20 cm., comportent un grand nombre d'œufs sphériques avec auréole de mucus et sont associées à des poissons ganoïdes de 6 à 10 cm. de longueur qui pourraient être *Dipteronotus cyphus* EGERTON. A côté de ces pontes, se rencontre toute une faune de larves aquatiques d'Insectes (Epheméroptères, Coléoptères), de Scorpions, d'Araignées, d'Iso-podes, accompagnant des tiges, collerettes et bourgeons basilaires d'*Equisetites*, des *Schizoneura* et des *Voltzia*. Des empreintes de Méduses dont le type le plus fréquent de 6 à 7 mm., à bras plus ou moins longs, rappelant les Trachyméduses actuelles *Gonionemas murbachi* Mayer, sont présentes à la fin de microcycles de sédimentation qui suivent le dépôt des lits argileux à *Estheria* (L. GRAUVOGEL).

### **Muschelkalk** ou calcaire coquillier ou calcaire conchylien.

Cette formation, marine dans l'ensemble, épaisse de 165 à 240 m., correspond aux étages Virglorien et Ladinien de la série alpine, avec épisodes lagunaires. Elle est essentiellement constituée de marnes, dolomies et calcaires, ces derniers souvent à concrétions siliceuses et parfois eux-mêmes silicifiés secondairement en presque totalité. A divers niveaux, existent des bancs très fossilifères où pullulent surtout un Brachiopode *Terebratula* (*Coenothyris*) *vulgaris* Schloth., un Lamellibranche *Gervillia* (*Hoernesia*) *socialis* Schloth. et des Encrines ; on y trouve en outre de nombreux autres Lamellibranches, *Myophoria*, *Lima*, des Crustacés et des Poissons.

Ses affleurements les plus étendus sont en bordure des Vosges, aux environs de Molsheim, en Kochersberg, aux environs de Saverne, de Niederbronn et dans le fossé de Lembach. Le plateau bas-rhinois de « Krummes Elsass » comporte aussi de larges affleurements de Muschelkalk, prolongements de ceux du plateau de Sarrebourg et Phalsbourg.

Le Muschelkalk débute stratigraphiquement par le grès coquillier ou Muschelsandstein (équivalent du grès de Ruaux en Lorraine), grès jaunâtre ou violacé, plus ou moins marneux, souvent riche en fossiles : Brachiopodes, Lamellibranches et Encrines, avec une Ammonite rare mais caractéristique *Beneckeia bachi* Alb. et, surtout vers sa base, un Gastéropode *Naticopsis* (*Trachynerita*) *gaillardoti* Defr. Le grès coquillier est un facies côtier du « Wellenkalk » qui s'est déposé en mer germanique. Tandis que l'épaisseur totale du Muschelkalk inférieur diminue de l'Est vers l'Ouest, le facies Muschelsandstein augmente au contraire d'épaisseur dans la même direction (c'est-à-dire vers le rivage du bassin de sédimentation), jusqu'à occuper en Lorraine la presque totalité du Muschelkalk inférieur. Des marnes, des calcaires marneux ondulés et des dolomies recouvrent le Muschelsandstein.

La série marine du Muschelkalk est interrompue par un épisode lagunaire au cours duquel se sont déposées des argiles bariolées gypsifères et des dolomies, équivalents stratigraphiques du « groupe de l'anhydrite ». Les mêmes couches sont salifères à Sarralbe, en Lorraine, et dans les localités avoisinantes de « Krummes Elsass » : sources salées de Mackwiller, Diemeringen.

Puis la sédimentation marine franche reprend avec le dépôt des calcaires gris du Muschelkalk supérieur qui constituent une corniche résistante. Ils comprennent des calcaires compacts, parfois colithiques, avec nodules calcédonieux et lits à Entroques : *Encrinus liliiformis* Lamk.

(particulièrement riches en beaux calices à Weinbourg), puis des calcaires marneux à Cératites, finement lités, ondulés, avec bancs remaniés, à surfaces corrodées montrant des fossiles coupés par leur tranche : *Ceratites nodosus* Schl., *C. semipartitus* Montf. ; — enfin des calcaires dolomitiques avec Lamellibranches *Myophoria goldfussi* Alb.

Outre les fossiles cités, on y trouve en certains lits la riche faune du Muschelkalk avec *Terebratula* et *Hoernesia* déjà nommés et des Lamellibranches *Pecten*, *Lima striata* Schl., des Gastéropodes *Chemnitzia scalata* Schl., des Crustacés *Pemphix sueuri* Desm., des Poissons *Hybodus*, des Reptiles *Placodus*, *Nothosaurus*.

Des calcaires dolomitiques à *Myophoria goldfussi* Alb. avec lits de marnes bariolées terminent le Muschelkalk (ils correspondent à la « Lettenkohle » ou « Kohlenkeuper » de la stratigraphie germanique).

#### **Marnes irisées ou Keuper.**

Le Keuper, formation lagunaire sur presque tout son ensemble, pauvre en fossiles, est constitué de marnes bigarrées grises, rouges, violacées et verdâtres, parfois tendres, parfois durcies et dolomitiques (Marnolite ou Steinmergel) ; il contient des dolomies massives ou en plaquettes ou cavernueuses, durcies en cargneules, et des lentilles d'anhydrite et de gypse (gypse susceptible de recristalliser en gypse secondaire fibreux dans les fissures, fentes et diaclases de la masse marneuse avoisinante). Epais de 125 à 160 m, il admet trois divisions principales :

1°. marnes irisées inférieures, souvent grises, assez peu bariolées (Keuper gris), avec banc terminal schistoïde à Crustacés *Estheria latitexta* Sandb. ;

2°. à ce banc font suite des schistes gris, parfois lignitifères comme à Hohengoeft (A. DAUBRÉE, J. VALENTIN) et des grès rouges ou jaunes à végétaux : cette formation épisodique d'eau douce dite grès keupérien ou grès à roseaux contient non des roseaux, mais en réalité des Prêles *Equisetites arenaceus* Jaeg. ; il s'y trouve aussi une Cycadée *Pterophyllum jaegeri* Brongn. ; puis viennent les marnes irisées moyennes rouges ;

3°. à un banc marnolitique souvent durci en affleurement en cargneule grise ou violette (dolomie moyenne de BEAUMONT ou Hauptsteinmergel de BENECKE, équivalent des « crapauds » de Lorraine) sont superposées les marnes irisées supérieures rouges, puis violettes avec une importante série marnolitique (= Steinmergelkeuper) formant corniche. Ces diverses couches varient fortement d'épaisseur et sont parfois lenticulaires.

## B. — TRIAS DE HAUTE-ALSACE ET DU BELFORTAIS.

Les grandes divisions de la masse triasique sont les mêmes qu'en Basse-Alsace.

Le grès des Vosges diminue fortement d'épaisseur vers le Sud. Il n'a que 150 m. au Hohnack, 30 m. à Lauw dont 2 m. de poudingue de Ste Odile (S. GILLET et D. SCHNEEGANS), 15 m. dans le bassin de Ronchamp au sondage de Malbouhans (L. DE LAUNAY), 12 à 18 m. seulement au Sud de Belfort avec poudingue plus ou moins net à sa partie supérieure (P. FALLOT et G. CORROY). Il est parfois dur, quartzitique ou au contraire arénacé, friable. Les couches argileuses dolomitiques intermédiaires entre le grès des Vosges et le grès à *Voltzia* sont de moins en moins distinctes de ce dernier.

Les grès bigarrés à *Voltzia* ont 70 m. ou plus dans le bassin de Ronchamp. En Belfortais et au SW du Belfortais, à Saulnot, Granges et St-Germain, les grès à *Voltzia* violacés, argileux et en gros bancs à la base, — bigarrés, psammitiques et en fins lits au sommet, avec végétaux, ont une épaisseur maximum de 25 à 30 m. (P. FALLOT et G. CORROY), mais ne dépassent généralement pas 10 m. (E. THIRRIA).

Le grès coquillier ou Muschelsandstein est très constant et généralement fossilifère tout autour des Vosges méridionales, en Haut-Rhin, en Belfortais et en Haute-Saône. Il atteint 50 m. d'épaisseur à Ribeauvillé (L. VAN WERVEKE). En plein massif vosgien, à Aubure, à l'altitude 745 m., un petit fossé d'effondrement contient un peu de grès coquillier fossilifère (L. VAN WERVEKE).

Le Muschelkalk moyen est marneux, avec lits d'argiles bariolées et de calcaires gris et cargneules. Le Muschelkalk supérieur calcaire avec lits à Entroques et à Cératites forme, comme en Basse-Alsace, des massifs, crêtes et corniches saillantes, par exemple la crête de Vétrigne à l'Est de Belfort, et la crête qui, au SW de Belfort, s'étend de Chalonvillars vers Saulnot pour constituer le plateau de Villersexel (L. PARISOT, E. THIRRIA). Les dolomies et grès dolomitiques assimilables à la « Lettenkohle » n'ont qu'une épaisseur très faible. Le Muschelkalk peut atteindre 175 à 200 m. d'épaisseur dans le Haut-Rhin (L. VAN WERVEKE); en Haute-Saône, au SW des Vosges, il peut atteindre 300 m. (P. FALLOT et G. CORROY).

Les dolomitisations et silicifications des bancs calcaires se montrent deci, delà. En particulier, à Bergheim, sur une étendue de 80 hectares, le Muschelkalk calcaire est entièrement converti en silex contenant près de 98 % de silice et des traces infimes de calcaire (J. DELBOS et J. KOEHLIN-SCHLUMBERGER).

Le Keuper ne se voit souvent au pied des Hautes Vosges qu'en affleurements étroits, où s'observent (généralement mal) des marnes irisées, des grès et des dolomies, avec parfois des lits de gypse et des pseudomorphoses de sel. Au SW de la zone faillée belfortaine, le Keuper réapparaît en Haute-Saône en une zone d'affleurement régulier et y atteint 100 à 120 m. d'épaisseur. On y reconnaît alors : 1°. des marnes irisées inférieures, avec gypse et parfois des lignites (Corcelles, Gemonval) ; 2°. un banc de dolomie moyenne blanche et compacte (10 à 15 m.), surmonté de marnes irisées supérieures dolomitiques.

#### TRIAS DE LORRAINE ET DE LUXEMBOURG.

Dans le Trias de Lorraine, le facies Muschelsandstein prend un grand développement dans le Muschelkalk inférieur dont il tend à occuper toute l'étendue. En outre, le sel gemme est présent à différents niveaux. Les sources salées de Mackwiller et de Diemeringen déjà mentionnées en « Krummes Elsass » (en réalité plateau lorrain), celle de Salzbroun (dépendance de Sarralbe) sont en relation avec un gisement de sel contenu dans le Muschelkalk moyen. Le gisement reconnu par sondage à Salzhronn comporte des lits de sel gemme avec gypse et anhydrite ; la puissance totale du sel est de 19 m. environ. En Lorraine centrale, le gisement salifère de Vic, Dieuze, Château-Salins, Rosières-aux-Salines, Varangeville appartient aux marnes irisées inférieures (Salzkeuper ici productif). Les lentilles de sel gemme, dolomie et anhydrite y alternent avec les marnes ; la puissance totale des couches de sel peut atteindre 70 m. Plus au Sud en Haute-Saône, mais nettement sur le versant occidental lorrain du massif vosgien, le Keuper inférieur est également salifère et le sel y est exploité à Gouhenans. Un lit ligniteux situé à la base du grès keupérien (grès à roseaux) atteint parfois assez d'importance pour avoir été exploité à Piblange (département Moselle), St Menge (département Vosges) ; ce lit a 4 m. d'épaisseur au sondage de Gironcourt-sur-Vraine.

Le Trias lorrain peut atteindre 900 à 1000 m. en Lorraine centrale (Buntsandstein : 400 m., Muschelkalk : 150 m., Keuper : 350 m.). A Brin-sur-Seille, il atteint 867 m. (grès : 373 m., Muschelkalk : 156 m., Keuper : 338 m.). Dans la région de l'anticlinal de Pont-à-Mousson, les sondages l'ont traversé sur 650 à 725 m. (soit environ 300 à 350 m. de grès, 150 à 175 m. de Muschelkalk, 200 m. de Keuper). Il diminue d'épaisseur vers l'Ouest, c'est-à-dire vers le centre du bassin de Paris : sondages de Gironcourt-sur-Vraine : 470 m. (grès : 162 m., Muschelkalk : 164 m., Keuper : 144 m.) ; — de Foulain près Chaumont : 199 m. ; — de Brion-sur-Ource près Châtillon-sur-Seine : 86 m. (grès : 44 m., Muschelkalk : 13 m., Keuper : 29 m.). Il diminue également au Nord ; à Sierck, prolongement du massif du Hunsrück, le grès à *Voltzia* repose directement sur les quartzites dévoniens du Taunus (E. JACQUOT, L. VAN WERVEKE, N. THÉOBALD). A Avril (Meurthe-et-Moselle), le Trias a 487 m. (avec 156 m. de grès dont 94 m. de grès des Vosges, 144 m. de Muschelkalk, 187 m. de Keuper). A Longwy, il n'a que 49 m. A Mondorf-les-Bains (Luxembourg), il y a 656 m. de Trias (grès : 260 m., Muschelkalk : 190 m., Keuper : 206 m.). Dans les coteaux gréseux du Luxembourg, le facies gréseux dolomitique avec peu de marnes intercalaires envahit presque toute la masse du Muschelkalk qui, en Ardenne belge, n'est plus guère représentée que par ses couches les plus élevées plus ou moins conglomératiques. Le Keuper à l'état de marnes irisées diminue également d'épaisseur en bordure de l'Ardenne belge.

#### TRIAS DU JURA.

En Jura plissé, les voûtes anticlinales montrent parfois du Keuper et du Muschelkalk supérieur, les couches du Muschelkalk moyen étant pincées aux cœurs des anticlinaux (E. FAVRE et A. JEANNET). Ce Muschelkalk moyen est fréquemment salifère ; le sel en est exploité en profondeur en Jura tabulaire suisse à Schwerzerhalle, Rheinfelden, Ryburg, Zurzach (A. DE QUERVAIN) ; il est également gypsifère.

En Jura français, le Keuper supérieur seul affleure ; il est salifère et

exploité en profondeur à Lons-le-Saulnier, Salins. Autour de la Montagne de la Serre existe un Trias complet peu épais mais assez voisin du Trias alsacien.

#### TRIAS D'ALLEMAGNE SUD-OCCIDENTALE ET DE SES BORDURES.

En Schwarzwald, les facies du Trias diffèrent peu de ceux du Trias alsacien. Le Buntsandstein peut atteindre 450 m., le Muschelkalk 180 m., le Keuper 110 m.

La partie supérieure du Buntsandstein (grès bigarré à *Voltzia*) passe peu à peu vers le NE au facies marin argilo-gréseux dit Röth ; en Palatinat, des Lamellibranches marins (*Myophoria vulgaris* Schl. et autres) apparaissent déjà parmi les couches à *Voltzia*. Dans la vallée du Neckar, en Odenwald, les couches à *Myophoria* du Röth sont bien développées. Les grès à empreintes de pas dites *Chirotherium* sont connus en Spessart.

Le Muschelkalk inférieur perd peu à peu vers le NE le facies gréseux, au profit du dépôt calcaire marneux nommé Wellenkalk. Le Muschelkalk moyen (Anhydrit Gruppe) est fréquemment salifère, par exemple au Dinkelberg et dans la vallée du Neckar (Heilbronn, Rappenau).

Dans le Keuper, l'horizon du grès à roseaux (Schilfsandstein) est généralement bien développé.

#### PALÉOGÉOGRAPHIE DE L'ALSACE TRIASIQUE.

Au début du Trias inférieur, l'Alsace offre sensiblement les mêmes caractères paléogéographiques que durant le Permien. Le bassin germanique est émergé. En revanche la mer venant de l'Est et du SE a conquis le domaine alpin. A la fin du Trias inférieur, la mer du Röth envahit de nouveau l'Allemagne, sans s'étendre jusqu'à l'Alsace.

Au Muschelkalk, la mer déborde plus ou moins franchement vers le

**Tableau stratigraphique du Trias germanique occidental**

DIVISIONS STRATIGRAPHIQUES avec épaisseurs en mètres		PRINCIPALES FORMATIONS ET SYMBOLES CARTOGRAPHIQUES						Sym- boles proposés		
		N. E. de la France et Palatinat			S. W. de l'Allemagne					
Nicérien 200 à 850	Duésien 110 à 455	Marsallien 30 à 255	Marnolites et Marnes irisées sup. Dolomie moyenne Marnes irisées moyennes Grès à Roseaux	t <sup>3</sup> t <sup>2</sup>	Marnes irisées	Steinmergelkeuper Hauptsteinmergel Schilfsandstein	km	Keuper (pars)	t <sub>5b</sub> t <sub>5a</sub>	
		Putteiangien 80 à 190	Schistes à Esthéries Marnes irisées inférieures avec Sel de Lorraine	t <sup>1</sup>		Salzkeuper	t <sub>4</sub>			
		Franconien 90 à 395	Saravien 35 à 125	Embéricien 10 à 40		Dolomie et Argile d'Emberménil	t <sub>,a</sub>		Calcaire coquillier	Lettenkohle
	Frédéricien 25 à 85			Calcaire à Cératites Calcaire à Entroques	t <sub>,b</sub>	Hauptmuschelkalk ou Calcaire de Friedrichshall	mo	t <sub>3a</sub>		
	Meiningenien 55 à 270		Pexonnien 20 à 100	Argile de Pexonne avec Sel de Sarralbe	t <sub>,a</sub>	Anhydritgruppe	mm	t <sub>2b</sub>		
			Ruauxien 35 à 170	Dolomie à Myophoria orbicularis Marnes Grès de Ruaux	t <sub>,b</sub> t <sub>,c</sub>	Wellenkalk Muschelsandstein	mu	t <sub>2a</sub> t <sub>2aC</sub>		
	Vogésien 230 à 950	Vaslénien 25 à 125	Grès bigarré à Voltzia Argile et grès de Wasselonne	t <sub>,a</sub> t <sub>,b</sub>	Grès bigarré	Röt	so	Buntsandstein	t <sub>1c</sub>	
		Savernien 150 à 500	Poudingue de St-Odile Grès des Vosges	t <sub>1va</sub> t <sub>1vb</sub>		Hauptbuntsandstein	sm		t <sub>1b</sub>	
		Anvillien 55 à 325	Grès d'Annweiler	t <sub>1vc</sub>		Tigersandstein	su		t <sub>1a</sub>	

TABLEAU N° 6

Nord, l'Ouest et le SW, sur les pénélaines post-hercyniennes d'Europe occidentale : les mêmes facies calcaires se retrouvent avec peu de variations en Allemagne, en Lorraine, en Alsace, en Jura, en certaines localités des Alpes suisses, dans la région pyrénéenne provençale, en Espagne orientale.

Au Trias supérieur, c'est le régime de lagune ou de schott désertique qui remplace le régime marin à peu près dans toutes les régions où s'était étalée la mer du Muschelkalk. La mer franche reste alors localisée au domaine alpin et méridional.

Si l'on tient compte des variations locales de facies, surtout dans la partie occidentale de la cuvette germanique et de ses abords, on est amené à considérer le Trias comme l'ensemble de deux grandes séries subégales en épaisseurs (en moyenne quelques centaines de mètres, au maximum un peu moins d'un millier de mètres chacune) :

1°. un complexe inférieur essentiellement gréseux avec marne et dolomie rares, en majeure partie mais non exclusivement continental. C'est le Buntsandstein classique au sens allemand.

2°. un complexe supérieur essentiellement marneux avec dolomie et calcaire fréquents, grès rare, en majeure partie laguno-marin. C'est l'ensemble Muschelkalk + Keuper, ceux-ci au sens français (c'est-à-dire à l'exclusion du Rhétien ou Keuper supérieur au sens allemand).

Il a été proposé une classification stratigraphique des divisions du Trias d'Alsace et une nomenclature de ces divisions, nouvelles en quelques-uns de leurs traits, valables pour le Nord-Est de la France et le Sud-Ouest de l'Allemagne (G. DUBOIS). Les termes, présentés dans le tableau n° 6, ont pour racines des noms géographiques typiques :

**Vogésien** — De *Voges*, forme latine des Vosges ; modification de *Vosgien* A. DE LAPPARENT 1883, afin d'éviter la confusion avec le terme géographique *Vosgien*.

**Annvillien** — D'une forme francisée d'Annweiler (Palatinat, Pfalzgebirge). Grès d'Annweiler fréquemment cité par les géologues allemands.

**Savernien** — De Saverne (Bas-Rhin).

**Wasslénien** — D'une forme latinisée de Wasselonne (Bas-Rhin). Centre d'affleurements autrefois très fossilifères (Soultz-les-Bains, la Papeterie).

**Nicérien** — De Nicer, nom latin du Neckar, affluent de rive droite du Rhin, coulant presque entièrement dans la formation.

**Franconien** — De Franconie, région d'Allemagne A. DE LAPPARENT, 1883.

**Meiningenien** — De Meiningen (Thuringe).

**Ruauxien** — De Ruaux, localité voisine de Plombières-les-Bains (Vosges). Depuis longtemps mentionné pour son gisement fossilifère.

**Pexonnien** — De Pexonne (Meurthe-et-Moselle). Argile de Pexonne, type de M. A. BRACONNIER, 1879.

**Saravien** — De Saravus, forme latine de la Sarre affluent de la Moselle, coulant sur un long parcours dans les formations de l'étage ou à leur voisinage.

**Frédéricien** — De Friedrichshall (Thuringe). Calcaire de Friedrichshall, type de F. v. ALBERTI, 1834.

**Embéricien** — De Embericimanil, nom ancien de Emberménil (Meurthe-et-Moselle). Argile d'Emberménil, type de M. A. BRACONNIER, 1879.

**Duésien** — De Duese, forme latine de Dieuze (Moselle).

**Puttelangien** — De Puttelange-les-Sarralbe (Moselle).

**Marsallien** — De Marsallum, un des noms anciens (dérivé de Marosallensis) de Marsal (Moselle).

La classification des formations du Trias ainsi proposée ne conserve le terme Trias (subdivision théorique en trois parties) que par respect de sa priorité. Elle met en évidence les faits souvent méconnus suivants :

A) Division logique du système en deux groupes d'étages : 1°. le Vogésien essentiellement gréseux, continento-lagunaire, plus rarement marin ; 2°. le Nicérien essentiellement marno-calcaire-dolomitique, laguno-marin.

B) Division du Franconien en deux sous-étages de premier ordre, Meiningenien et Saravien, comportant chacun une série essentiellement marine à la base, et lagunaire au sommet.

## JURASSIQUE

Il comporte un Infra-Lias continental ou lagunaire auquel succèdent un Lias et un Oolithique marins.

### A. — JURASSIQUE DE BASSE-ALSACE.

#### INFRA-LIAS.

L'Infra-Lias ou Rhétien est un ensemble épais de 10 à 25 m. au plus, comportant :

1<sup>o</sup>. à la base le grès infra-liasique, jaune paille, chargé de lits argileux noirs ou violets et de lits de poudingue à galets noirs.

2<sup>o</sup>. au sommet des marnes roses ou rouges que J. LEVALLOIS a le premier bien décrites en Lorraine et qui marquent la fin du régime lagunaire installé aux temps triasiques.

En général, ces couches d'origine continentale sont dépourvues de fossiles et mal exposées. Pourtant aux environs de Niederbronn, Oberbronn, Reichshoffen, elles offrent un développement exceptionnel, constituant le sous-sol de la forêt de Froret. A Oberbronn, lié à des marnes violettes et des grès, le conglomérat ossifère est riche en débris de Poissons *Acrodus minimus* Ag., *Hybodus sublaevis* Ag., *Saurichthys acuminatus* Ag., *Ceratodus*, et de Reptile *Terminosaurus*.

#### LIAS.

Le Lias bien développé dans le champ de fractures de Saverne, autour de Hochfelden, Reichshoffen, Woerth, y est particulièrement classique (PH.-L. VOLTZ, A. DAUBRÉE, L. VAN WERVEKE, E.-W. BENECKE, E. HAUG).

Aux marnes rouges rhétiennes font suite les marnes à Gryphées, épaisses de 45 m. à Hochfelden (G. DUBOIS et L. GUILLAUME) ; elles sont très fossilifères et correspondent à la fois à l'Hettangien et au Sinémurien inférieur. C'est un « lias » typique à bancs calcaires durs, alternant avec

TABLEAU N° 7

**Résumé stratigraphique  
du Jurassique de Basse-Alsace.**

Oolithique	Callovien	Argue du Scharrachberg à <i>Cosmoceras jason</i> .
	Bathonien	{ Marne de Bouxwiller à <i>Rhynchonella varians</i> .
		{ Marnes et calcaires d'Imbsheim.
	Bajocien	{ Banc supérieur de la Grande Oolithe.
		Grande Oolithe.
		{ Marnes et calcaires siliceux à <i>St. blagdeni</i> .
		{ Marnes et calcaires à oolithes ferrugineuses.
	Aalénien	{ Marnes sableuses à <i>S. sowerbyi</i> .
		{ Calcaires à <i>Cancellophycus</i> et <i>Lingula beani</i> .
		{ Grès supraliasique et marnes micacées à <i>H. purchisoni</i> .
Lias	Toarcien	{ Marnes à nodules de Gundershoffen à <i>Trigonia navis</i> .
		{ Argiles feuilletées à <i>Dumortiera radiosa</i> et <i>Astarte voltzi</i> .
	Charmoutien	{ Marnes à <i>Lytoceras jurensis</i> .
		{ Marnes de Barr à Harpoceratidés.
		{ Schistes cartons et calcaires bitumineux à <i>Posidonomya bronni</i> .
Siném. sup. (= Lotharingien)	{ Grès calcaire médioliasique à <i>Amaltheus costatus</i> .	
	{ Marnes à ovoïdes à <i>Am. margaritatus</i> .	
Sinémurien inf. Hettangien	{ Calcaire blanc à <i>Derocheras davoei</i> .	
	{ Marnes à <i>W. numismalis</i> .	
Infra-Lias - Rhétien	{ Calcaire ocreux à <i>Arietites raricostatus</i> .	
	{ Argile feuilletée pauvre en fossiles.	
	{ Marnes à Gryphées.	
Infra-Lias - Rhétien	{ Marnes roses et grises (= M. de LEVALLOIS).	
	{ Grès infraliasique.	
	{ (Marnes bariolées et bone bed).	

des marnes schistoïdes bitumineuses à écailles de Poissons. Ce dépôt marin assez peu profond est voisin du facies « flysch à Fucoïdes », c'est-à-dire à terriers-pistes ramifiés pris autrefois pour des algues Fucoïdes et nommés « *Chondrites bollensis* ».

Les fossiles sont abondants, surtout l'Huitre Gryphée *Ostrea (Gryphaea) arcuata* Lamk., avec d'autres Lamellibranches : *Lima*, *Pecten*, *Avicula* ; des Brachiopodes : *Terebratula (Waldheimia)*, *Rhynchonella*, *Spiriferina* ; des Pentacrines ; des vestiges de Reptiles marins : *Ichthyosaurus* (F. FIRTION). Les Ammonites varient avec les différents niveaux de la masse de marnes à Gryphées et peuvent servir à fixer l'étage ou la zone paléontologique représentée : *Psiloceras*, *Schlotheimia*, *Arietites*. Les Bélemnites apparaissent surtout à la partie supérieure.

Dans le Sud du département du Bas-Rhin, les calcaires à Gryphées n'ont que 10 m. d'épaisseur à Ottrott et offrent des traces d'émersion, avec nodules phosphatés. (J. SCHIRARDIN).

Au Sinémurien supérieur (Lotharingien) et au Lias moyen (Charmouthien) répond un ensemble marneux pauvre en fossiles à la base, avec parfois des Ammonites pyritisées, interrompu par quelques lits calcaires tels que le calcaire ocreux à Ammonites *Arietites (Echioceras) raricostatus* Ziet, et le calcaire gris blanc ou bleuté à *Deroceras (Dactylioceras) davoei* Sow. et à Bélemnites. Un niveau particulièrement remarquable des marnes est celui des marnes à ovoïdes (concrétions de fer carbonaté plus ou moins limonitisées) à *Amaltheus margaritatus* Schl. et Bélemnites.

Cet ensemble est terminé par le grès calcaire médioliasique ou calcaire lumachelle à Ammonites *Amaltheus costatus* Rein. (= *Am. spinatus* Bruguière) et à Bélemnites. Dans la dépression savernoise, le Lotharingien et le Charmouthien ont ensemble 75 m. d'épaisseur.

Un nouvel ensemble marneux, épais de 65 m. dans le Nord de l'Alsace, correspond au Toarcien et à l'Aalénien inférieur et moyen. Il débute par des « schistes cartons » (marnes papyracées bitumineuses) à Lamellibranches *Posidonomya bronni* Goldf. et Ammonites Harpocératidés, avec bancs lenticulaires de calcaires bitumineux. Il se continue par des marnes grises plus ou moins feuilletées et micacées. A Gundershoffen, ces marnes sont connues par les nombreux fossiles qu'on y trouvait autrefois, notamment le Lamellibranche *Trigonia navis* Lamk. Ces marnes offrent également de beaux gisements fossilifères dans les environs de Gumbrechtshoffen, Mietesheim, Pfaffenhoffen, Bouxwiller. On y récolte surtout des Lamellibranches *Astarte voltzi* Hoeningshaus, *Nucula*, *Leda* ; des Gastéropodes *Turbo subduplicatus* Orb., *Cerithium armatum* Goldf. ; des Ammonites *Harpoceras*, *Dumortieria* ; la répartition de ces Ammonites en zones

paléontologiques est particulièrement bien connue à Gundershoffen (N. SCHNEIDER).

Aux environs de Barr et Heiligenstein, le Toarcien supérieur est spécialement intéressant : il a livré sur quelques mètres d'épaisseur une grande quantité de fossiles parmi lesquels de nombreuses Ammonites Harpocératidés appartenant aux genres ou sous-genres *Harpoceras*, *Hildoceras*, *Grammoceras*, *Pseudogrammoceras*, *Haugia* et *Lillia*, et qui se répartissent en plusieurs zonules paléontologiques (J. SCHIRARDIN).

L'Aalénien supérieur ou grès supra-liasique est une masse épaisse de 30 m. de marnes micacées et de grès argileux bleus, devenant jaune d'or par altération ; il est caractérisé par le Lamellibranche *Pecten pumilus* Lamk = *personatus* Goldf. et l'Ammonite *Harpoceras (Ludwigia) murchisoni* Sow.

Au grès ferrugineux supra-liasique se rapporte un lit de limonite oolithique, épais de 2 m., dans la région de Barr, à Mittelbergheim, Bernardsviller et Heiligenstein (A. DAUBRÉE) : c'est l'équivalent du minerai de fer de Lorraine.

#### OOLITHIQUE.

La tendance à l'émersion supra-liasique se manifestera maintenant, au cours de l'Oolithique inférieur, par de nombreuses alternances de facies marneux et calcaires, avec surfaces taraudées, remaniements de fossiles de certains lits sous forme de galets dans des lits sus-jacents, et par de petites lacunes stratigraphiques. Les synchronismes de détail en sont rendus difficiles (E. HAUG, E.-W. BENECKE, L. VAN WERVEKE, S. GILLET, L. GUILLAUME).

Le Bajocien inférieur débute par des couches qui déjà couronnaient l'Aalénien supérieur : marnes sableuses à nodules phosphatés ou calcaires bleuâtres ou ocreux, caractérisés par un Brachiopode *Lingula beani* Phill et par des traces cancellophyciennes, vraisemblablement traces tourbillonnaires et masses peut-être végétales, nommées *Cancellophycus scoparius* Thioll. ; marnes sableuses et calcaires sont deux facies d'un même étage (S. GILLET).

Au Bajocien moyen, se sont déposés des calcaires oolithiques, des marnes puis des calcaires siliceux. Dans toutes ces couches, les Ammonites sont assez abondantes.

Au Bajocien supérieur, appartient la masse de calcaire oolithique

bleuâtre, jaune par altération, dite Grande Oolithe. Ce calcaire forme la corniche oolithique des collines sous-vosgiennes Bastberg, Koppenberg, Scharrachberg, Horn de Wolxheim, et fut exploité en de nombreuses carrières. Il est souvent pauvre en fossiles, sauf en quelques niveaux : Lamellibranches *Macroodus hirsonensis* Archiac, *Avicula (Pseudomonotis) echinata* Sow., *Ostrea acuminata* Sow. ; Ammonites *Parkinsonia parkinsoni* Sow. ; Oursins *Echinobrissus renggeri* Des., *Clypeus ploti* Klein.

La Grande Oolithe est parfois coupée en plusieurs bancs par des lits marneux ou conglomératiques, avec surfaces taraudées de lithophages : un des bancs marneux contient à Bouxwiller des moules de Spongiaires remaniés à l'état de galets.

Le Bathonien est généralement incomplet : il est à l'état de calcaires marneux riches en fossiles : Brachiopodes, Térébratules et *Rhynchonella varians haasi* Rollins, ainsi que des Ammonites *Parkinsonia wuertembergica* Opper et *Oppelia aspidoides* Opper (Bathonien moyen).

La série jurassique se termine à Bouxwiller par des marnes gris bleu à Brachiopodes *Rhynchonella varians alemanica* Roll, qui représentent la base du Bathonien supérieur.

Au Scharrachberg, un puits a traversé quelques mètres d'argile noire à Ammonites *Cosmoceras jasoni* Rein. et *Reineckia greppini* Opper, qui représentent le Callovien supérieur. Des restes de couches de même âge ont été observés près de Barr (J. SCHIRARDIN).

## B. — JURASSIQUE DE HAUTE-ALSACE AU NORD DE LA THUR.

Dans les champs des collines sous-vosgiennes qui s'étendent entre la Liepvrette et la Thur, se remarquent surtout des affleurements de calcaires à Gryphées, riches en fossiles (par exemple à Hunawühr, Riquewühr, Orschwühr) ; le Charmouthien fossilifère est moins connu (à Zellenberg, Wintzfelden, Wattwiller).

La Grande Oolithe constitue des massifs importants : Rorschwühr-Bergheim (collines du Rothenberg), collines de Sigolsheim, collines de Florimont à Ingersheim et Katzenthal, massif de Husseren-Guerberschwühr, plateau de Pfaffenheim, le Bollenberg à Orschwühr (J. KOECHLIN-SCHLUMBERGER).

## C. — JURASSIQUE DE HAUTE-ALSACE AU SUD DE LA THUR.

Dans les collines sous-vosgiennes et en Belfortais, l'Infra-Lias et le Lias offrent des caractères très voisins de ceux du Lias de Basse-Alsace, avec toutefois une épaisseur généralement moindre : 100 m. en moyenne du Rhétien à l'Aalénien. Le Rhétien relativement épais est puissant de 20 m. ; les couches à Gryphées n'ont que 10 à 15 m. L'Aalénien supérieur est encore marno-gréseux à Lauw, mais sa partie supérieure se charge de marnes oolithiques ferrugineuses. Plus au Sud, en Belfortais, il est entièrement sous le facies de marne oolithique ferrugineuse (rappelant ainsi l'Aalénien de Lorraine), mais il n'est épais que de quelques mètres : de Lauw à la région belfortaine, cette oolithe a fait autrefois l'objet de nombreuses petites exploitations. En Jura alsacien, près de Ferrette, le niveau oolithique est très peu net : l'Aalénien est entièrement ou presque entièrement argilo-marneux.

Le Bajocien et le Bathonien se présentent sous des aspects un peu différents en Belfortais et en Jura alsacien.

L'ensemble en Belfortais est épais de 150 à 190 m. Le Bajocien inférieur est constitué à la base par du calcaire à Entroques qui supporte un ensemble de marnes sableuses et de calcaires à Polypiers. Au-dessus vient la Grande Oolithe grise à tâches bleues (en réalité roche bleuâtre devenue grise par altération), de 50 à 80 m. d'épaisseur, avec lits à Huitres *Exogyra acuminata* Sow. à la base, et lits à Brachiopodes et Oursins dans la masse. Cette Grande Oolithe est l'élément topographique essentiel d'une des côtes belfortaines : côte de la Miotte, Mont d'Essert, Mont Vaudois. Elle supporte des calcaires sublithographiques à tâches roses, avec lits marneux intercalaires à Lamellibranches *Pholadomya purchisoni* Sow. et rares Ammonites *Parkinsonia* : ces calcaires sont à la limite du Bajocien et du Bathonien inférieur. Après une lacune stratigraphique, correspondant au Bathonien moyen (et peut-être en partie au Bathonien inférieur), se montrent, sur une épaisseur de quelques mètres, des calcaires roux sableux à Brachiopodes *Acanthothyris spinosa* Schl. (L. PARISOT, G. CORROY, P. FALLOT), constituant le Bathonien supérieur.

En Jura alsacien le Bajocien débute par des marno-calcaires sableux à traces cancellophyciennes « *Cancellophycus scoparius* » Thioll. auxquels font suite des marnes et calcaires variés. La Grande Oolithe

constitue les crêtes anticlinales des principaux chaînons près de Ferrette, tels que Montagne de Ferrette et Glaserberg, et, en Suisse, Langenberg, Blauen. De couleur jaune à taches bleues, elle est une masse calcaire, épaisse de 100 à 110 m., avec lits plus ou moins marneux. On y remarque entre autres les couches de Movelier à *Terebratula movelierensis* Roll., couronnées par le banc à « momies », concrétions calcaires encroûtantes de fossiles ou de débris de fossiles roulés. Plus haut un banc à oolithes grossières livre une Ammonite *Parkinsonia ferruginea* Opp. et des Oursins *Clypeus ploti* Klein, *Echinobrissus clunicularis* Lud. Après une lacune stratigraphique, se présentent les marno-calcaires bathoniens supérieurs riches en Brachiopodes : *Rhynchonella varians alemanica* Roll., *Acanthothyris spinosa* Schl., *Terebratula globata* Sow. (D. SCHNEEGANS). A Lauw-Sentheim, au bord des Vosges, le Bajocien ressemble à celui du Belfortais ; la même lacune stratigraphique bathonienne s'y présente ; le Bathonien supérieur ressemble à celui du Jura alsacien et suisse (S. GILLET et D. SCHNEEGANS).

Le Callovien inférieur marque de nouvelles irrégularités de sédimentation. Dans le Belfortais et en pays de Montbéliard, aux environs d'Héricourt, il est formé par la dalle nacrée (20 m. d'épaisseur), calcaire sableux, à stratification entrecroisée, se débitant en dalles (dites laves, doïtes, dans le langage local) ; la roche est formée en grande partie par des débris d'Echinodermes Encrines *Pentacrinus nicoleti* Desor., *Millecrinus horridus* Orb. ; d'Oursins *Acrosalema*, *Cidaris* ; de Bryozoaires et de Lamellibranches. Parfois les débris de Lamellibranches, étalés à la surface des lits, leur donnent un aspect nacré caractéristique. En Jura, la dalle nacrée, bien nette à l'Ouest et au Sud de Lucelle, passe près de Ferrette, à des calcaires marneux couronnés par une Oolithe ferrugineuse (3 à 8 m.), à Ammonites *Macrocephalites*, *Reineckia*, *Cosmoceras*, *Peltoceras*, *Aspidoceras* (D. SCHNEEGANS). A Lauw-Sentheim, c'est sensiblement sous ce dernier faciès que se présente le Callovien (S. GILLET et D. SCHNEEGANS).

L'Oxfordien, connu à Lauw, en Belfortais, en Jura, y offre des faciès très uniformes. C'est d'abord une marne argileuse bleue à Ammonites pyrriteuses *Creniceras renggeri* Opp., *Quenstedticeras*, qui constitue près de Héricourt la dépression de pied de côte rauracienne. Entre Belfort et Denney, où les couches sont assez inclinées, et plus typiquement encore en Jura plissé, elle forme les combes herbeuses et humides, dépressions directionnelles étroites entre les calcaires bajociens-bathoniens et les calcaires rauraciens. L'Oxfordien supérieur est le terrain à chailles : marno-calcaire sableux à miches calcaires contenant des fossiles silicifiés, surtout

**TABLEAU N° 8**

**Résumé stratigraphique du Jurassique moyen  
du Jura Alsacien et du Belfortais.**

	Jura alsacien	Belfortais
<b>Kimméridgien</b>	<i>Virgulien</i> { <i>Ptérocé-rien</i>	<i>Marnes à Ostrea virgula.</i> Calcaire marneux à <i>Corbis.</i> Calcaire à <i>Nérinées.</i>
	Calcaire à <i>Harpagodes oceani.</i> Marne à <i>Pseudocidaris thurmanni.</i>	
<b>Séquanien</b>	Sup. { Calcaire blanc à <i>Cardium corallinum.</i> Marne à <i>Térébratules.</i>	
	Inf. { Calcaires et marnes à <i>Astarte supracorallina.</i> Marnes et calcaires à <i>Natices.</i> Calcaire à <i>Lamellibranches.</i>	Calcaire blanc à <i>Astarte minima.</i>
<b>Rauracien</b>	Calcaire blanc crayeux. Calcaire oolithique gris. <i>Argovien</i> Marnes et calcaires à <i>Cidaris florigemma.</i>	
<b>Oxfordien</b>	Marnes à chailles à <i>Pholadomya exaltata.</i> Argiles bleues à <i>Quenstedticeras.</i>	
<b>Callovien</b>	Calcaires marneux à <i>Reineckia anceps.</i> Calcaires marneux.	
<b>Bathonien</b>	Marnes à <i>Rhynchonella varians.</i>	Calcaire roux à <i>Acanthothyris spinosa.</i>
	(Lacune) Partie supérieure de la Grande Oolithe. Grande Oolithe.	Calcaire sublithographique.
<b>Bajocien</b>	Marnes à <i>Stephanoceras humphriesi.</i> Calcaires à <i>Sonninia.</i> Marnes sableuses à <i>Cancellophycus.</i>	Calcaires à polypiers. Marnes sableuses. Calcaires à <i>Entroques.</i>

fréquents en Jura alsacien : Ammonites *Cardioceras cordatum* Sow., *Aspidoceras perarmatum* Orb. ; Lamellibranches *Pholadomya exaltata* Ag. ; Brachiopodes *Rhynchonella thurmanni* Et. ; Encrines *Millericrinus horridus* Orb.

Aux environs de Montbéliard, le Lusitanien inférieur (Argovien) a le même faciès de terrain à chailles que l'Oxfordien supérieur dont on ne le sépare que très difficilement. Mais en général, le Lusitanien inférieur (Argovien) et moyen (Rauracien) ont le faciès « corallien », — oolithique bleuâtre ou de couleur crème, surtout vers la base, — ou compact spathique gris, à stratification confuse ou non apparente, — ou compact blanc crayeux à Foraminifères, un peu lité avec silex. Les couches inférieures et moyennes, souvent très dures, forment corniche à Belfort et Héricourt (Mont de la Justice, Mont des Perches, Salamon, Mont Dannin) et dessinent des crêtes et abrupts en Jura. Des calcaires assez analogues, à Polypiers, argoviens et rauraciens, terminent la série jurassique à Lauw et Senthem (S. GILLET et D. SCHNEEGANS). Ces calcaires sont généralement pauvres en fossiles, à l'exception de certains bancs : vers la base, bancs à radioles d'Oursins *Cidaris florigemma* Phil., et bancs à Polypiers *Thamnastrea arachnoides* Park., près de Leymen en Jura ; — vers le sommet, bancs de calcaires crayeux à Lamellibranches Pachyodontes *Diceras arietinum* Lamk., Polypiers *Calamophyllea flabella* Mich., Brachiopodes et Ammonites *Aspidoceras perarmatum* Orb.

Le Lusitanien supérieur ou Séquanien forme avec le Rauracien et le Kimméridgien une grande partie de la surface du Jura tabulaire au Nord et à l'Ouest de Montbéliard, à Châtenois, Bussure, Laire, ainsi qu'entre Delle, Hérimoncourt et Ecot ; à Morvillars il s'enfonce sous l'Oligocène. En Jura alsacien, il occupe les fonds de synclinaux.

Le Séquanien comporte des calcaires blancs ou gris, sublithographiques, compacts ou marneux, parfois finement lités en plaquettes, très exceptionnellement oolithiques ou coralligènes, ainsi que des marnes gréseuses jaunâtres ; les couches plus ou moins fossilifères livrent surtout de petits Lamellibranches *Astarte minima* Goldf., *A. supracorallina* Orb., (*Exogyra bruntrutana* Thurm., *Pholadomya*, et des Brachiopodes *Terebratula* (*Waldheimia*) *egena* Bayle, *W. humeralis* Riem. Un banc (calcaire grumeleux à Natices) est particulièrement riche en Gastéropodes *Natica grandis* Munst., *N. eudora* Orb., *N. hemisphaerica* Orb. La série se termine par un banc de calcaire blanc crayeux subcoralligène à Gastéropodes *Nerinea gosae* Orb., et Lamellibranches *Cardium corallinum* Leym., *Diceras*, *Trichites saussurei* Orb., *Ceromya excentrica* Ag., *Mytilus per-*

*plicatus* Etall. Le Séquanien a 50 m. d'épaisseur dans le Belfortais, 100 m. dans le Jura.

Le Kimméridgien inférieur (Ptérocérien) clôt la série stratigraphique jurassique en Jura alsacien plissé ; il se présente sous le facies marno-calcaire de Porrentruy (20 m. d'épaisseur), livrant à la base des radioles d'Oursins *Pseudocidaris thurmanni* Ag. ; des Brachiopodes *Waldheimia subsella* Leym., *W. humeralis* Riem ; des Gastéropodes *Pteroceras* (*Harpagodes*) *oceani* Delab. ; — à la partie supérieure, à Winkel, des Gastéropodes, des Lamellibranches *Ceromya excentrica* Ag., *Ostrea* (*Exogyra*) *bruntrutana* Thurm. Des couches les plus élevées du Kimméridgien inférieur se montrent en Suisse, au NE de Delémont, sous forme d'un calcaire à Gastéropodes *Nerinea suprajurensis* Mer. Plus au SE en Suisse, ce même Kimméridgien est représenté par le facies calcaire de Moutiers-Soleure.

En Jura tabulaire montbéliardais, le Kimméridgien inférieur, épais de 30 à 40 m., contribue à former les vastes plateaux aux alentours de Montbéliard : quartier de la Citadelle, et s'étend vers Grand Charmont, Bethoncourt, Ste Suzanne, Courcelles-les-Mons, Arbouhans ; au SE d'Audincourt, près de Belfort, il couronne des buttes à Pérouse et Danjoutin ; il a été reconnu dans les anciennes mines de Roppe sous l'Eocène sidérolithique exploité comme minerai de fer (L. PARISOT). Il a sensiblement même constitution qu'en Jura alsacien ; sa partie la plus élevée près d'Audincourt est un banc crayeux subcoralligène à Lamellibranches *Corbis subclathrata* Contej. ; Echinodermes : restes de *Antedon comatula* Lmk. ; Polypiers.

Le Kimméridgien supérieur (Virgulien) est présent entre Dasle et Audincourt et en différents points près de Montbéliard ; il comprend deux masses de marnes à Huitres *Exogyra virgula* Goldf., séparées par un calcaire subcoralligène blanc à taches rosées, à Lamellibranches *Pachyodontes Diceris suprajurensis* Thurm.

Les facies du Jurassique restent sensiblement les mêmes dans le Jura central et méridional. L'Aalénien supérieur est plus ou moins ferrugineux. Le Bajocien est surtout formé de calcaires à Entroques à la base, de calcaires oolithiques au sommet. Dans le Lusitanien, le Kimméridgien et le Portlandien, riches en marno-calcaires à Spongiaires et à Ammonites, les facies coralligènes tendent à dominer dans le Lusitanien en Jura bisontin, lédonien, soleurois et neufchâtelois ; — dans le Kimméridgien au col de la Faucille ; — dans le Portlandien dans l'Ain et plus au Sud (E. BOURGEAT). Le Portlandien supérieur offre un facies de lagune ou d'eau douce « Purbeckien ».

## JURASSIQUE DE LORRAINE.

Le Jurassique de Lorraine occupe de grands espaces qui s'étendent depuis le plateau de Langres et le Jura tabulaire au Sud, jusqu'au Luxembourg au Nord ; il forme une série de côtes avec corniches dures de l'Est du Bassin de Paris jusqu'à la Champagne et l'Argonne crétacées.

Le Rhétien peut atteindre une épaisseur de 30 m., avec les mêmes aspects généraux continentaux qu'en Alsace : sa base comporte pourtant fréquemment un bone-bed ou lit à ossements de Poissons et parfois des lits à Lamellibranches marins côtiers *Avicula contorta* Portl.. Dans la masse gréseuse, on observe à Kédange, de belles pistes de Quadrupèdes (Amphibiens ou Reptiles). Au sommet, comme en Alsace, il y a une couche de marnes rouges (mises en évidence par J. LEVALLOIS).

Le Lias inférieur est remarquable surtout par le développement d'un facies de calcaire gréseux à Lamellibranches et Gastéropodes, dans le Nord de la Lorraine, entre Thionville et Luxembourg, facies dont le type est à Hettange (Hettangien). Ce facies gréseux tend plus au Nord à envahir presque tout le Lias, constituant alors le grès de Luxembourg et le grès de Virton (Sinémurien), puis le grès d'Aubange (Charmouthien). De même qu'en Alsace, les marnes de base du Lias inférieur ne se séparent guère du calcaire à Gryphées. Le Sinémurien supérieur ou Lotharingien constitue le calcaire ocreux des environs de Nancy.

Le Lias moyen marneux, peu différent de celui d'Alsace, présente des épisodes calcaires et calcaro-gréseux. Il en est de même pour le Lias supérieur jusqu'au Toarcien compris : notons que le facies schistes-cartons, bitumineux, à Posidonomyes peut se rencontrer localement en différentes zones stratigraphiques du Toarcien (G. CORROY).

L'Aalénien est remarquable par la présence de limonite oolithique ou « minette » de Lorraine (qui n'a aucun rapport avec la minette des filons des Vosges hercyniennes), répartie en 8 à 10 couches dans tout l'étage ; 3 ou 4 de ces couches constituent le riche minerai de fer lorrain, dont l'exploitabilité se localise en deux bassins distincts : celui de Briey-Longwy au Nord, celui de Nancy au Sud.

Les couches oolithiques forment les corniches des buttes-témoins avancées de la côte lorraine : côte de Delme, Pain de Sucre de Nancy, Montagne de Sion, et les côtes de Moselle. Elles constituent la surface des

plateaux de Haye et de Briey ; les calcaires bajociens sont fréquemment oolithiques et zoogènes à Polypiers ; en Haute-Saône, le calcaire oolithique des environs de Vesoul a donné le type du facies Vésulien. Les couches marneuses sont au contraire assez fréquentes au sommet du Bajocien, et le Bathonien montre des traces d'émersions : sédimentation incomplète ou nulle, ravinements, taraudages, remaniements. Sur les bords du massif ardennais, les différentes assises du Jurassique sont transgressives : les calcaires oolithiques du Jurassique moyen finissent par reposer directement sur le Paléozoïque près d'Hirson.

Les marnes du Bathonien supérieur à Brachiopodes *Rhynchonella varians alemanica* Roll. et les marnes calloviennes forment la région argileuse de Woëvre.

Les Hauts de Meuse et leurs buttes-témoins avancées ont un pied oxfordien avec corniches d'Argovien et de Rauracien généralement coralligènes et de Séquanien subcoralligène. Les calcaires de Creuë au Nord de St-Mihiel sont un facies un peu plus marneux de l'Argovien et du Rauracien (J.-H. HOFFET).

Le Kimméridgien argilo-marneux et le Portlandien calcaire, tous deux marins, forment les plateaux du Barrois. Cet étage se termine par des facies d'eau saumâtre ou d'eau douce (Purbeckien).

#### LE JURASSIQUE RHÉNAN EN BORDURE DU SCHWARZWALD.

En bordure rhénane faillée du Schwarzwald, les affleurements jurassiques sont très peu étendus ; ceux de la dépression de Langenbrücken ont sensiblement mêmes caractères que ceux de la dépression de Saverne (Lias à Bathonien inclus), mais couvrent une bien moindre superficie.

Près de Lahr (c'est-à-dire à peu près à la même latitude que Epfing et Dambach en Alsace), un sondage a rencontré le terrain à chailles (Oxfordien supérieur) reposant sur l'Oxfordien inférieur argileux et le Callovien argileux semblable à celui du Scharrachberg (C. SCHNARRENBERGER).

En Breisgau, les lambeaux de Jurassique sont plus marquants : en Kaiserstuhl, en Tuniberg, près de Freiburg, et surtout entre Mühlheim et Kandern. Ils constituent la masse principale de l'Isteiner Klotz qui

domine directement le Rhin en face des ouvrages de Kembs. Ils sont au contraire mal représentés en Dinkelberg.

Le Lias est très voisin de celui de Basse-Alsace, avec toutefois un Aalénien supérieur à bancs marno-calcaires oolithiques voisin de celui de Lauw et de Belfort. Sur des marnes appartenant au Bajocien inférieur, un calcaire oolithique dit Rogenstein est semblable à la Grande Oolithe de Ferrette et de même âge qu'elle. Le Bathonien moyen existe en Breisgau sous forme de calcaires oolithiques à Ammonites *Oppelia aspidoides* Oppel. *Parkinsonia wurtembergica* Oppel.

Le Callovien est formé de calcaires oolithiques ferrugineux ; l'Oxfordien ne diffère pas de celui du Jura. L'Argovien puis le Rauracien terminent la série jurassique du Breisgau sous forme de marnes et de calcaires à Polypiers. Les escarpements de l'Isteiner Klotz, accidentés de failles, sont essentiellement rauraciens sur pied en terrain à chailles et avec couronnement de marnes et calcaires à *Astarte* séquaniens, eux-mêmes recouverts d'Oligocène.

#### LE JURASSIQUE DE BADE ET WURTEMBERG AU SW DU SCHWARZWALD.

Au SW du Schwarzwald, la Rauhe Alb et la Schwäbische Alb ou Schwäbischer Jura (F.A. QUENSTEDT, A. OPPEL) ne sont autres que les côtes successives de terrain du Jurassique du bassin de Souabe, rappelant un peu les côtes lorraines.

Le Rhétien contient des bancs marins à Avicules. Le Schwarzer Jura est argileux, jusques et y compris le Toarcien (90 m.). Le Brauner Jura ou Dogger (Aalénien, Bajocien, Bathonien) (280 m.) est fortement marneux avec toutefois des lits de grès et marnes à oolithes ferrugineuses dans l'Aalénien supérieur à Aalen, et des bancs calcaires surtout oolithiques dans le SW de la Schwäbische Alb. Le Callovien et l'Oxfordien sont également argileux bleu foncé, bien que souvent classés dans le Malm ou Weisser Jura (430 m.) où dominant les couches de marnes et de calcaires lithographiques à grain fin, tels ceux parmi lesquels sont intercalées des formations récifales isolées.

## TECTONIQUE CIMMÉRIENNE, LARAMIENNE ET PYRÉNÉENNE.

Le Crétacé manque totalement en Alsace. On le rencontre au plus près à l'Ouest aux abords de Bar-le-Duc, au SW et au Sud à Avilley près de Baume-les-Dames, au Russey en Jura français, à Courtelary en Jura suisse.

Dans la plus grande partie de l'Alsace, l'Oligocène repose directement sur le Jurassique moyen ou sur des couches plus anciennes que le Jurassique moyen ; dans le Sud de l'Alsace, en Sundgau, en Belfortais et en Jura, l'Oligocène repose sur du Jurassique supérieur. Toutefois entre les deux séries il peut s'intercaler un Lutétien lacustre bien daté ou un Sidérolithique certainement éocène : Lutétien ou Bartonien, ainsi que l'indiquent les Mammifères fossiles qu'il a livrés en Suisse (H. G. STEHLIN).

En certains points (en Jura notamment), le dépôt sidérolithique est en place, le plus souvent conservé dans des poches du calcaire jurassique. En de nombreux gisements, le Sidérolithique a été remanié de sa position primitive, notamment au Quaternaire, et introduit avec des limons dans des fentes des calcaires jurassiques et triasiques. Il semble toutefois que ces dépôts remaniés n'ont pas été transportés très loin de leur gisement d'origine et que les poches de Sidérolithique jalonnent approximativement une surface anté-lutétienne elle-même assez peu différente de la surface anté-oligocène.

En dressant la carte géologique de ces surfaces, on constate que la dépression rhénane était alors déjà dessinée, certes fort vaguement, largement ouverte vers le Sud et sans dénivellation très marquée entre son fond et ses bords, mais avec des traits principaux subméridiens assez voisins de ses traits actuels. Des failles subméridiennes l'avaient morcelée déjà en compartiments nombreux, ainsi que l'indique dans toute l'Alsace et en Jura la présence d'Oligocène ou de Sidérolithique sur des compartiments de nature géologique variée. Il est très difficile de préciser l'âge des déchirures anté-oligocènes ou anté-sidérolithiques ; on peut les supposer cimmériennes (post-jurassiques), laramiennes (post-crétacées ou post-montiennes), pyrénéennes (post-yprésiennes). La phase cimmérienne de quelques-unes des failles vosgiennes paraît marquée par les venues métallifères qui remplissent certaines d'entre elles. Mais sans doute ces accidents ont-ils joué à diverses reprises avant le Tongrien, — ils ont d'ailleurs rejoué durant le Tongrien et plus tard encore lors des paroxysmes alpins.

## 6. — Série éocène.

Elle comporte le terrain sidérolithique et les calcaires lacustres.

### TERRAIN SIDÉROLITHIQUE.

Le terrain sidérolithique est une formation continentale actuellement peu étendue : elle est conservée le plus souvent dans des fentes de calcaires jurassiques et triasiques ; elle affleure au sol ou se montre sous les limons, sous l'Oligocène ou sous les calcaires lacustres. Souvent ses éléments sont remaniés dans les limons quaternaires et plus ou moins déplacés de leurs gisements primitifs.

Le Sidérolithique se présente sous forme d'une marne ou d'une argile bariolée ou jaune, à pisolithes ferrugineuses limonitiques (à 45 % de fer environ), qui fut autrefois exploitée comme minerai de fer dit Bohnerz, fer pisolithique ou mine en grain. Parfois, surtout dans le Sud de l'Alsace, les concrétions limonitiques sont rassemblées en nids, en couches, en amas lenticulaires ou Bolus à la base d'une terre rouge, amas plus ou moins étendus dans des dépressions : sur 7 à 10 m. d'épaisseur à Oltingue par exemple. Il s'y associe des argiles réfractaires grises, brunâtres dites Hupper ou Huppererde et des sables blancs comme à Bouxwiller (Haut-Rhin) et en Jura suisse.

Les exploitations de mine en grain, fort actives vers le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, se trouvaient en Basse-Alsace à Neubourg, Mietesheim, Hochberg, Ohlingen, Uhlwiller, Morschwiller, Schwindratzheim, — et en Haute-Alsace près de Belfort, à Roppe, Péroux, Chèvremont, Châtenois, Sévenans, Fêche l'Eglise, ainsi qu'en Jura à Winkel et Ligsdorff (A. DAUBRÉE, J. DELBOS et J. KOECHLIN-SCHLUMBERGER).

En France, le terrain sidérolithique n'a pas livré de fossile. En Suisse, il a fourni des faunes de Mollusques et de Mammifères (E. GREPPIN,

H.-G. STEHLIN), caractéristiques de l'Éocène moyen et supérieur, et plus particulièrement des étages Lutétien et Bartonien (y compris le Bartonien supérieur = Wemmélien = Ludien).

#### CALCAIRE LACUSTRE.

Le calcaire lacustre a son type à Bouxwiller (Bas-Rhin) où la masse calcaire épaisse de 15 m. environ succède à des argiles et à des marnes vertes qui reposent sur des argiles à lignites. L'ensemble atteint environ 50 m.

Les argiles à lignites n'affleurent guère ; elles sont surtout développées (15 m. environ) dans le fond de la cuvette synclinale faillée de Bouxwiller. La couche de lignite pyriteux atteint 1 m. 50 à 2 m. ; elle fut autrefois exploitée en mine souterraine, sous la masse calcaire de Bouxwiller, d'abord comme combustible, puis comme matière première de fabrication d'alun et vitriol vert (PH.-FR. DE DIETRICH, F.-T. CALMELET, A. DAUBRÉE).

Le calcaire lacustre contient en abondance des Mollusques Gastéropodes d'eau douce et plus particulièrement *Planorbis pseudoammonius* Schloth., *Paludina hammeri* DeFr., *Bythinia (Euchilus) deschiensi* Desh., *Glandina cordieri* Desh., *Nanina voltzi* Desh. (A. ANDRAE).

Le calcaire de Bouxwiller contient aussi des restes de Mammifères dont beaucoup ont été étudiés par G. CUVIER et plus récemment par CH. DEPÉRET, M. GIGNOUX, H.-G. STEHLIN. Les plus abondants sont de beaucoup les restes de Tapirs (Lophiodons) : *Lophiodon tapiroides* Cuv., *L. bouxovillanum* Cuv., qui vivaient en troupe au bord de l'eau. En outre, on reconnaît une Sarigue *Peratherium*, des Insectivores Pantolestidés aquatiques *Palaeosinopa*, des Lémuriens *Periconodon*, *Heterohyus armatus* Gervais, des Carnivores (voisins des Civettes) *Miacides* et Proviverrines *Sinopa*, une Marmotte de prairie humide *Plesiarctomys spectabilis* Major. Divers Périssodactyles accompagnaient les Tapirs-Lophiodons déjà nommés : Tapirs-Chasmothères *Chasmothorium cartieri* Rüttimeyer, Equidiens-Hyracothères *Propalaeotherium argentonicum* Gervais, *P. isselanum* Gervais, *Paloplotherium*. Les Artiodactyles sont représentés par des Porcins *Cebochoerus anceps* Gervais, les Anoplothères *Catodontherium fallax* Stehlin, *C. argentonicum* Stehlin, les Dichobunides (rappelant les Che-

vrotins Porte-musc ou Tragules) *Dichobune*, *Meniscodon europaeus* Rüttimeyer. Dans les marnes vertes sous-jacentes aux calcaires on reconnaît des restes de Crocodiles.

Les principaux autres gisements de calcaire lacustre lutétien ayant livré des Mammifères, sont ceux de Dauendorf, du Bischenberg près d'Obernai, de Sigolsheim près de Kaysersberg, ainsi que celui de Hombourg touché par un sondage sous l'Oligocène à l'Est de Mulhouse.

Cette faune de Mollusques et de Mammifères est caractéristique de l'Eocène moyen et plus particulièrement du Lutétien. Le paysage suggéré par toute cette faune est celui d'un lac ou d'un chapelet de lacs, avec rives herbeuses et forestières, en région équatoriale, telle l'Indo-Malaisie actuelle. Pendant ce temps, le Bassin de Paris était occupé par une mer du Nord très chaude où pullulaient les Nummulites.

#### L'EOCÈNE DANS LES CONTRÉES VOISINES DE L'ALSACE.

La formation Sidérolithique de type Bohnerz est continue en bordure du Schwarzwald, en Breisgau, en Schwäbische Alb.

En Jura suisse, elle est fort développée, notamment dans le bassin de Delémont. Elle prend les divers aspects de Bohnerz brun, d'argile rouge à Bolus ferrugineux pouvant atteindre 15 m., ainsi que de Huppererde, argile grise ou brune avec sable quartzeux blanc atteignant 25 m. d'épaisseur à Aesch près de Bâle. Sous la désignation « calcaire de DAUBRÉE » on distingue aussi des calcaires d'eau douce très fissurés, rougeâtres ou blancs jaunâtres, associés à des lits conglomératiques à éléments empruntés aux calcaires jurassiques, scellés par un ciment calcaire chargé de Bohnerz, par exemple au Moulin de Bourrignon près de Lucelle.

Le calcaire lacustre à Planorbis, de même âge que celui de Basse-Alsace, est connu en Bade à Ubstadt, au Nord de Karlsruhe. Divers gisements en existent également en Suisse, notamment en Baselland à Diegten, Lausen ; au Lenzberg près de Aesch (A. GUTZWILLER).

#### ÂGE RELATIF DES CALCAIRES D'EAU DOUCE ET DU BOHNERZ.

Une partie du Bohnerz est lutétienne, peut-être pré-lutétienne, une autre est post-lutétienne. Ce Bohnerz résulte vraisemblablement en grande partie de l'altération de calcaires d'eau douce ferrugineux ou enrichis en fer au cours de leur dissolution. Ceci s'est produit sous un climat chaud et humide peu différent de celui qui régnait pendant le dépôt du calcaire ; le fait est attesté d'ailleurs par la faune de Mammifères du Bohnerz.

## 7. — Série oligo-miocène.

Avec l'Oligocène, l'affaissement rhénan s'accroît. Une masse sédimentaire épaisse de 1200 à 1800 m. s'accumule entre Vosges et Schwarzwald dont la surrection se manifeste par des dépôts de conglomérats côtiers ; leurs éléments sont arrachés aux deux massifs (ainsi d'ailleurs qu'aux massifs bordiers septentrionaux du Palatinat et de l'Odenwald). Les conglomérats contiennent des roches d'autant plus anciennes, roulées à l'état de galets, qu'ils sont eux-mêmes plus récents, preuve que la dénudation des massifs progresse (A. DAUBRÉE, P. KESSLER) : au début dominant en effet les galets de calcaires jurassiques, puis apparaissent les galets de calcaire coquillier et de grès vosgien, plus tard les galets de roches paléozoïques et granitiques (bien entendu, au voisinage des massifs montagneux méridionaux plus dénudés que les massifs septentrionaux). Dans les conglomérats oligocènes, sont parfois remaniés des éléments sidérolithiques qui furent exploités à Châtenois, près de Belfort.

### Tongrien.

Durant le Tongrien (Sannoisien), la subsidence rhénane permet l'accumulation de 100 à 800 m. de marnes souvent bariolées ou rayées, argiles et macignos d'origine lacustre ou lagunaire. Cette subsidence est d'ailleurs fort inégale selon les points du bassin et ceci provoque des variations locales de facies considérables dans la masse sédimentaire accumulée. Aussi la coordination stratigraphique des dépôts tongriens de l'Alsace s'est-elle montrée fort laborieuse et laisse-t-elle encore à désirer sur certains points de détail. Une phase assez aiguë de la subsidence a permis le dépôt de

marnes fossilifères saumâtres à caractère marin relativement accentué avec *Cyrena semistriata* Desh. et *Mytilus faujasi* Brongn. en différents points du bassin ; ces marnes constituent un bon repère stratigraphique.

#### A. — TONGRIEN DE HAUTE-ALSACE.

En bordure méridionale de la dépression, les facies lacustres dominent dans la région bâloise et jurassienne, ainsi que dans la région sundgovienne où s'installe une zone de moindre affaissement qui plus tard deviendra le horst de Mulhouse. A l'Ouest et à l'Est de cette zone sundgovienne, se dessinent au contraire deux zones d'affaissement accentué : celle de Froidefontaine à l'Ouest, celle de Sierentz à l'Est, où dominent des sédiments de facies saumâtres belfortain et kemsien, tandis que les facies littoraux règnent contre les bords extrêmes de ces dépressions. Entre Colmar et Mulhouse, s'installe une zone d'affaissement maximum caractérisée par un facies de lagune sursalée. Ces facies ont fait l'objet de recherches et de travaux de coordination nombreux de la part de J. KOEHLIN-SCHLUMBERGER, J. DELBOS, L. PARISOT, P. MERIAN, CH. KILIAN, M. MIEG, B. FÖRSTER, L. MEYER, N. THÉOBALD.

En Belfortais, le Tongrien débute par un complexe laguno-lacustre : marnes vertes à anhydrite et calcaire d'eau douce de Morvillars à *Melania albigensis* Noulet (= *M. laurae* Math.), *Limnaea longiscata* Brongn. Des marnes bleues dolomitiques à *Melania nysti* Duchastel reconnues dans les sondages à Reppe. Chavannes, Suarce, lui font suite. Au Tongrien supérieur, appartient l'assise de Bourogne qui, sous son facies côtier, à Bourogne même, comporte, entre deux conglomérats, des marnes rayées gris vert-jaune, à *Mytilus faujasi* Brongn., *Cyrena semistriata* Desh. Le calcaire d'eau douce d'Allenjoie à *Helix rugulosa* Martens couronne la série tongrienne. Les molasses à Cyrènes *Cerithium plicatum* Brug. et à feuilles de *Cinnamomum* appartiennent encore au Tongrien.

Au Nord du Belfortais, en suivant le bord des Vosges, on retrouve en différents points des conglomérats côtiers attribuables au Tongrien. A Rouffach, au Strangerberg, des conglomérats gris avec lits de marnes bariolées livrent une faune à *Mytilus faujasi* Brongn., *Cyrena*, avec *Prolebias bleicheri* Sauv. En quittant la région littorale belfortaine, on ren-

contre dans les sondages du fossé de Froidefontaine des marnes rayées ou bariolées, ou des dalles marneuses, avec anhydrite et lits gréseux, calcaires dolomitiques ou bitumineux à *Mytilus*, *Cyrena*, *Cypris*, *Prolebias bleicheri* Sauv. (= *Pr. praecursor* Weiler) et des végétaux.

En Jura suisse, dans le bassin de Delémont, le Tongrien est constitué par la « terre jaune » de Delémont, argile jaune ou bigarrée, avec anhydrite et gypse, lentilles calcaires et lits de sables réfractaires ; en d'autres points, dominant les calcaires d'eau douce à Gastéropodes *Limnaea longiscata* Brongn., *Planorbis rotundus* Poir., à Crocodiles *Crocodylus hastingsiae* Owen et restes de végétaux aquatiques *Chara*. La formation atteint 140 m. d'épaisseur dans le centre du bassin.

En Sundgau, la série tongrienne commence par des marnes gypseuses auxquelles est lié le calcaire de Brunstatt à *Melania albigensis* Noulet (= *M. laurae* Math.), nombreux autres Mollusques terrestres ou limniques, ainsi que *Palaeotherium medium* Cuv., *P. magnum* Cuv. A Rixheim, la partie supérieure de cette assise a livré des restes de Tortues : *Ptychogaster laharpei* Portis (= *Testudo laurae* Förster). Le gypse exploité autrefois à Zimmersheim paraît appartenir au même complexe marno-calcaire.

Il y fait suite des marnes feuilletées gypsifères à pseudo-morphoses de sel et des marnes dolomitiques dures. A Brunstatt, ces couches livrent des plantes *Sabal försteri* Lacov., des Insectes (159 espèces lacustres) : adultes ou larves aquatiques, ainsi que des espèces vivant sur des plantes aquatiques (B. FÖRSTER), *Eosphaeroma brongniarti* Milne-Edw., *Gammarus*, Ostracodes, *Cyrena semistriata* Desh., *Hydrobia dubuissoni* Bouill., *Cerithium submargaritaceum* A. Br.

A l'assise de Brunstatt succède le complexe marno-calcaire de Haustein lacustre d'Altkirch, particulièrement bien exposé au Rebberg d'Altkirch. Cet ensemble comporte un Haustein inférieur calcaro-sableux conglomératique et lignitifère ; — un niveau calcaire plus ou moins pur à *Melania nysti* Duchastel et *Helix rugulosa* Thom. avec lits ligniteux ; un Haustein supérieur calcaro-gréseux avec lits de marnes bariolées et végétaux. Le grès à plantes de Spechbach-le-Bas avec *Quercus cruciata* Ettingh. et *Salix varians* Goepp. correspond à la partie supérieure de l'assise de Bourogne. A Bouxwiller (Haut-Rhin), au pied du Jura, le Tongrien est formé par un ensemble marno-calcaire à *Melania nysti* Duch. et *Cyrena semistriata* Desh.

Dans le fossé de Sierentz, les travaux de construction du canal et de l'usine hydro-électrique de Kembs ont montré un beau développement de marnes rayées à Cyrènes et à Moules.

TABLEAU N° 9

Principaux types du Nummulitique d'Alsace

<i>Aquitanien</i>	( Littorinellenkalk et Braunkohlenquarzit de Vetteravie = Pierre de Stonne pars (Marne du Büchelberg en Palatinat à Hydrobia)							
<i>Chattien</i>	Calcaire de Roppentzwiller à <i>H. ramondi</i> et <i>H. rugulosa</i>		Marnes à <i>Helix rugulosa</i>				Conglomérat du Kochersberg	
	Molasse alsacienne du Sundgau		Marnes à <i>Cyrenes</i> et Molasse de Fruchtersheim en Kochersberg					
<i>Rupélien</i>	Sable argileux de Dannemarie et sable bitumineux de Hirtzbach		Sables et grès à végétaux Marnes sableuses à <i>Mélettes</i> ( <i>Clupea longimana</i> ) Schistes bitumineux à <i>Amphisiles</i> ( <i>Amphisile heinrichi</i> ) Marnes à Foraminifères		Poudingue de Rott		Conglomérats de Hartmannswiller et de Winkel à <i>Ostrea callifer</i>	
<i>Tongrien</i> (Sannoisien)	<i>Haustein</i> de <i>Altkirch</i>	Haustein sup. et marnes bariolées à végétaux Calcaire à <i>Melania</i> <i>nysti</i> Haustein inf. et grès à plantes de Spechbach	Calcaire lacustre d'Allenjoie Assise de <i>Bourogne</i>	Conglomérats Marnes rayées à <i>Mytilus</i> et <i>Cyrena</i> de Kembs et des sondages belfortains Donglomérats	Marnes bitumineuses sup. bariolées avec anhydrite avec sel et potasse Marnes rayées fossilifères à <i>Mytilus</i> et <i>Cyrena</i> Marnes bitumineuses inf. salifères conglomérats et marnes salifères Marnes et dolomites	Marnes bitumineuses sup de Pechelbronn avec anhydrite de Glaswinkel à Spatangues Marnes rayées fossilifères avec <i>Cyrena</i> Marnes bitumineuses inf. de Pechelbronn Marne rouge à anhydrite (couche directrice) Marnes bariolées dolomitiques peu pétrolières	Gres calcaires à Anodontes et Limnées Calcaire et gres ligniteux et asphaltiques de Cleebourg, Lobsann Hydrobia Bryozoaires <i>Mytilus</i>	Conglomérat de Rouffach avec marnes à <i>Mytilus</i> et <i>Cyrena</i>  Conglomérat du Eastberg
<i>Bartonien</i>	Siderolithique							
<i>Lutétien</i>	Calcaire de Hombourg							
	Facies de Sundgau (Horst de Mulhouse)	Facies littoraux du Belfortais (et de Klein Kembs en Bade)	Facies des zones de subsidence du Belfortais et de Sierantz	Facies du Bassin potassique de Mulhouse	Pechelbronn-Sud  Facies de Basse Alsace	Pechelbronn- Nord	Pied du Hochwald	Quelques conglomérats côtiers (Autres que ceux déjà mentionnés)

A l'opposé de la région belfortaine, au pied des collines sous-schwarzwaldiennes, le Tongrien badois de Klein-Kembs se rapproche beaucoup de celui de Bourogne : au calcaire à *Melania albigensis* Noulet succèdent des marnes à *Cyrena semistriata* Desh., *Mytilus faujasi* Brongn., *Hydrobia*, *Prolebias bleicheri* Sauv. et de nombreux Insectes, — puis des conglomérats et un calcaire d'eau douce à *Helix hambresi* Font. et *Limnaea pachygaster* Thom.

#### B. — TONGRIEN MULHOUSIEN DU BASSIN POTASSIQUE.

Entre Colmar et Mulhouse, le Tongrien, épais de 1200 m., a le facies lagunaire sursalé. Il comporte trois subdivisions principales : marnes et dolomies à la base (150 m.), marnes salifères et bitumineuses à la partie moyenne (500 m.), marnes bariolées à anhydrite et gypse au sommet (400 m.). Les travaux de mines et de sondages de recherche de potasse l'ont traversé en de nombreux points (W. WAGNER, P. DE RETZ, V. MAÏKOVSKY).

Le bassin potassique a la forme d'une cuvette allongée, à grand axe orienté SW-NE, avec élargissement latéral vers Blodelsheim. Le gisement semble coupé par de grandes failles orientées NNE et déterminant dans la partie Nord une succession de fossés et de talus. L'extraction se fait à des profondeurs variant entre 550 et 650 m. en général, ou plus profondément 1038 m. à Ensisheim (température 35°). Le sel est exploité pour la fabrication de KCl pur, d'engrais potassiques, de brome.

La subdivision moyenne salifère et bitumineuse comporte une zone conglomératique avec sel gemme, une zone de marnes fossilifères, une zone bitumineuse supérieure avec sel gemme et potasse, développées entre Cernay, Heimsbrunn, Mulhouse, autour de Wittelsheim, Wittenheim, Bollwiller, Ensisheim, et s'étendant au Nord vers Raedersheim, Meyenheim, au NE vers Blodelsheim et jusqu'en Bade autour de Buggingen.

La zone bitumineuse potassique offre constamment deux couches potassiques, à pendage général NNE de 10° environ : couche inférieure épaisse de 4 m. 50 à 5 m. ; couche supérieure épaisse de 1 m. 50 à 1 m. 80, séparées par une masse de marnes avec sel gemme épaisse de 20 m. La

couche inférieure déborde la couche supérieure sur tout son pourtour. Chacune des couches potassiques est en réalité formée de varves chlorurées épaisses de quelques centimètres, avec sel gemme gris à la base, sel de potasse (rougi par de minces paillettes d'oligiste) au sommet ; des lits argileux séparent les varves chlorurées. Quant au « sel de potasse », il est essentiellement formé de sylvinite, mélange de sylvine KCl et de sel gemme NaCl, avec 23 à 32 % de KCl (= 15 à 20 % de K<sup>2</sup>O) dans la couche inférieure, — 35 à 40 % de KCl (= 22 à 26 % de K<sup>2</sup>O) dans la couche supérieure.

Un petit lit d'argile épais de 5 cm., dans la couche inférieure, a livré (F. QUIÉVREUX) un grand nombre de débris végétaux, parmi lesquels *Libocedrus salicornoides* Heer, *Glyptostrobus europaeus* Heer et une riche faune d'Insectes : Diptères, Hyménoptères, Orthoptères, Coléoptères (surtout Coléoptères Rhynchophores), tous amenés par le vent dans la lagune potassique qui, à quelques formes près, paraît avoir été azoïque, comparable à la Mer Morte). Le climat devait être tempéré, chaud, non désertique.

Le dépôt de sels potassiques paraît être la conséquence de sursaturations momentanées de la saline en sels potassiques provenant du lessivage de dépôts triasiques ou permien eux-mêmes potassifères et démantelés par l'érosion, ou de l'active décomposition de roches granitiques potassiques déjà dénudées, les conditions physico-chimiques de la lagune étant d'autre part favorables à la cristallisation sylvinique. La disposition varvée des lits implique un phénomène périodique saisonnier plus ou moins régulier.

Le sel gemme du Tongrien mulhousien a fréquemment migré diapiriquement en dômes qui ont été mis en évidence par des méthodes de prospection géophysique (méthode électrique) et dont l'existence a été confirmée par des sondages. Tels sont notamment ceux de Meyenheim et de Hettenschlag qui surgissent d'ailleurs de régions particulièrement basses de l'effondrement rhénan, un peu au Sud de Colmar (C. et M. SCHLUMBERGER).

Le dôme de Meyenheim est une masse approximativement ellipsoïdale de sel, à grand axe de direction rhénane WSW-ENE, long de 8 km. ; sa plus grande largeur est de 1 km. 200 ; sa saillie par rapport aux couches en place dont il est issu est d'environ 900 à 950 m.

Le dôme de Hettenschlag est une sorte de cône émoussé ou pain de sucre, à section grossièrement circulaire ; sa saillie par rapport à la couche de sel en place est d'environ 1.000 m. ; la masse de sel dont la tête est à 100 m. de profondeur est recouverte d'un chapeau de marnes

oligocènes épais de 90 m. et dont le toit est à 10 m. de profondeur, sous des alluvions quaternaires dont les couches sont surélevées en un bombement de 2 m. 50 par rapport à la surface générale de la plaine, partout ailleurs très plate. Ainsi l'élévation diapirique du dôme salin, commencée sans doute à la faveur des accidents tectoniques post-tongriens et surtout miocènes, a continué à se développer tardivement au cours du Quaternaire ; il est possible qu'elle continue encore à se produire aujourd'hui.

### C. — TONGRIEN DE PECHELBRONN.

Dans le pays de Soultz-sous-Forêts, le Tongrien est formé par la série de Pechelbronn, connue surtout par des sondages et des puits de mines et qui a fait l'objet de nombreux travaux et descriptions (principalement de A. DAUBRÉE, A. ANDREAE, M. GIGNOUX, J.-O. HAAS, C.-R. HOFFMANN, H. HOEHNE, W. WAGNER, R. SCHNAEBELÉ, M. ORGEVAL, E. CASEL).

Épaisse de 700 à 800 m., cette série est un ensemble de marnes lagunaires et limnétiques, bariolées ou rouges, dolomitiques, avec lits ou nodules d'anhydrite, lentilles de sables pétrolifères, lits de grès calcaires d'eau douce ; l'ensemble est coupé en deux masses par un groupe épisodique de marnes fossilifères, grises, marines, à *Cyrena*, *Mytilus*, avec un lit à Bryozoaires. Les marnes bariolées contiennent *Eosphaeroma*, les grès calcaires d'eau douce des Anodontes, Limnées, Planorbis, Mélanies et des restes végétaux. On distingue dans la série les principaux termes suivants :

1°. à la base, des marnes bariolées dolomitiques, peu pétrolifères, à Biblisheim, Hoelschloch, Surbourg, Merckwiller (300 m.) ;

2°. une couche de marne rouge (dite couche directrice) qui forme la limite inférieure des bancs pétrolifères les plus riches ;

3°. les marnes pétrolifères inférieures (100 m.) ;

4°. des marnes grises fossilifères marines comportant trois zones, à Hydrobies, à Bryozoaires, et à *Mytilus* (60 m.) ;

5°. les marnes pétrolifères supérieures (200 à 300 m.).

Ces marnes pétrolifères supérieures sont lagunaires avec anhydrite et pseudo-morphoses de sel, contenant parfois des Foraminifères dans le

Sud et le SW du bassin autour de Schweighausen (200 m.) ; à Glaswinckel, leur base a même un caractère marin fortement accusé par la présence de Spatangues. Elles sont essentiellement lacustres, avec lits à *Anodonta daubreei* Andr. (W.-P. SCHIMPER) et *Rhinoceros (Aceratherium) filholi* Osborn dans le Nord du bassin, à Pechelbronn même. Dans les marnes pétrolifères, ce sont surtout les lentilles de sable qui contiennent le pétrole ; elles paraissent jouer le rôle de roche-magasin.

Les marnes compactes rupéliennes constituent un bon toit protecteur limitant la déperdition de l'huile dont les zones d'accumulation sont le plus généralement localisées aux bords relevés de compartiments faillés. En certains points, l'huile imprègne le calcaire jurassique et même des couches plus anciennes sous-jacentes à l'Oligocène (A. DAUBRÉE). Il est généralement admis qu'il s'agit là de migrations latérales, la roche-mère des produits bitumineux étant la marne tongrienne elle-même (J.-O. HAAS). Toutefois la présence en profondeur d'huile dans le socle de l'Oligocène, la haute température du sous-sol, la thermalité élevée de l'eau du forage de Pechelbronn montrent que la question de l'origine du pétrole de Basse-Alsace n'est pas encore résolue. La découverte d'huile à Staffelfelden dans le Bajocien renforce l'hypothèse de l'origine permo-triasique ou triaso-jurassique du pétrole.

#### D. — TONGRIEN DE LOBSANN ET DE LA BORDURE DU HOCHWALD.

La mine d'asphalte de Lobsann exploite au voisinage de la faille du Hochwald un calcaire d'eau douce asphaltique, avec lits de lignites succinifères pyriteux et bancs conglomératiques (A. DAUBRÉE, J.-O. HAAS, C.-R. HOFFMANN). Les couches de Lobsann, superposées à des marnes bariolées et à des grès bitumineux, sont un équivalent stratigraphique des couches les plus élevées du Tongrien de Pechelbronn.

Les couches, très irrégulières, alternent avec les bancs de lignites ou avec des bancs stériles de calcaire dur, gris ou rose, — ou de calcaire tendre, jaune, rose ou blanchâtre. L'épaisseur des assises asphaltiques est très variable, de lits de quelques centimètres à des masses lenticulaires de 5 à 6 m. de puissance. La teneur en bitume est également très irrégulière, de 0 à 18 %.

Les couches de Lobsann livrent des plantes *Chara voltzi* Braun, *Sabal major* Ung. (G. DUBOIS), *Cinnamomum polymorphum* Heer, des Foraminifères, des Mollusques d'eau douce, des Mammifères vivant au bord des eaux : *Anthracotherium alsaticum* Cuv., *Elotherium (Entelodon) magnum* Aym., *Hyopotamus velaunus* Cuv.

L'asphalte a été également signalé à Drachenbronn ; le lignite avec sable bitumineux a été trouvé à Cleebourg (A. DAUBRÉE).

### Rupélien, Chattien, Aquitanien.

Au Rupélien (Stampien), l'affaissement rhénan s'exagère et permet l'établissement de communications avec le bassin de la Mer du Nord par le bassin de Mayence : le fossé rhénan est devenu un étroit couloir, réunissant la Mer du Nord à la Mer Mésogéenne, entre les Vosges et le Schwarzwald déjà bien dessinés.

Aux pieds de ces montagnes, se déposent des couches sableuses et des conglomérats, tels le poudingue de Rott, près de Wissembourg, à *Pectunculus obovatus* Lamk., — le poudingue de Hartmannswiller à *Ostrea callifera* Lamk. avec lits argileux à Foraminifères. En Jura alsacien, à Winkel, un conglomérat à *Ostrea callifera* Lamk. repose directement sur des couches jurassiques (D. SCHNEEGANS).

Un ensemble argileux assez uniforme leur fait suite, c'est celui de l'argile bleue à nodules de calcaires dits « septaria », concrétionnés et cloisonnés par des veinules de calcite : argile de Rupel ou Septarienton à *Leda deshayesi* Duch., parfois schisteuse et bitumeuse, riche en Foraminifères et en débris de Poissons (N. THÉOBALD). On suit cette formation du bassin de la Mer du Nord à la Suisse, à travers toute la dépression rhénane, en Basse et Haute-Alsace. Ce facies argileux est particulièrement bien connu à Froidefontaine en Belfortais, à Bouxwiller (Haut-Rhin), à Drachenbronn au pied du Hochwald, dans les sondages des bassins pétrolifère et potassique ; à Kembs, les travaux de creusement du canal ont également permis de bien l'observer.

On distingue le plus souvent dans le Rupélien :

1<sup>o</sup>. à la base, un dépôt relativement profond dit « marnes à Foraminifères » (30 m.), constitué de marnes calcaires grises, généralement sans stratification, dans lesquelles abondent de gros Foraminifères visibles à l'œil nu, se comptant par plusieurs centaines d'espèces. On peut tenter une subdivision en une zone inférieure caractérisée par *Textilaria carinata* Orb., *Cibicides dutemplei* Orb., *Ammobaculites humboldti* Rss., — et une zone supérieure à *Ceratobulimina contraria* Rss. (R. BARBIER). En outre, on y trouve des mollusques *Nucula chasteli* Sandb. *Leda deshayesi* Duch., *Creseis perspectiva* Futter, et des Echinides *Spatangus*.

2<sup>o</sup>. des couches moins profondes faites de schistes papyracés, bitumineux, dits « schistes à Poissons » (8 m.), contenant *Amphisile heinrichi* Heckel et des Foraminifères en nombre beaucoup moins grand que dans la couche sous-jacente — à la base zone à *Bolivina beyrichi* Rss., au sommet zone à *Virgulina schreibersi* Czj. (R. BARBIER).

3<sup>o</sup>. des marnes micacées plus ou moins littorales, dites « couches à Melettes » (400 m.), surtout riches en écailles de *Clupea (Meletta) longimana* Heckel. Ces marnes micacées accusent, en même temps que la subsidence du bassin de sédimentation, une moindre profondeur constante de celui-ci et une tendance au retour du régime lagunaire, car elles contiennent, surtout vers leur partie supérieure, des lentilles de sables et des grès micacés à débris végétaux. Dans le Bas-Rhin, il y existe des lits pétrolifères à Schwabwiller et Schweighausen.

En Sundgau, dans le horst mulhousien, le facies argilo-sableux s'étend de la base au sommet du Rupélien sous l'aspect des marnes sableuses de Wolfersdorf près de Dannemarie, à *Pecten pictus* Goldf., *Pectunculus obovatus* Lamk. A Hirtzbach, près d'Altkirch, les marnes sableuses rupéliennes sont pétrolifères.

Au Rupélien supérieur et au Chattien, se déposent des alternances de marnes vertes (marnes à Cyrènes) et de sables micacés avec lentilles de grès calcaires (macigno ou molasse alsacienne), souvent pauvres en fossiles, contenant parfois des fossiles marins, saumâtres et limnétiques : *Ostrea cyathula* Lamk., *Cerithium lamarki* Brongn., *Cyrena*, *Helix*, ainsi que des débris végétaux. Ces complexes s'observent bien en Haute-Alsace à Ballersdorf près de Dannemarie, et en Basse-Alsace près de Truchtersheim en Kochersberg (A. DAUBRÉE, W. WAGNER).

Dans le bassin potassique, le Chattien supérieur est représenté sous forme de marnes à *Helix rugulosa* Ziet, Ces couches d'eau douce appel-

lent la comparaison avec le facies classique des calcaires à *Helix ramondi* Brongn. connus dans le Pays de Bade (Tüllingerkalk). La mer a définitivement abandonné l'Alsace car les « calcaires à Cérithes », facies encore marin du Chattien dans le bassin de Mayence ne sont pas connus vers le Sud au-delà du Büchelberg.

L'Aquitaniens est généralement absent en Alsace ; en Palatinat, au Büchelberg, il est conservé sous forme de marnes à Hydrobies et *Helix girondica* Noulet. Au Nord du plateau lorrain et en Haut-Palatinat, il est représenté par des dépôts de calcaires silicifiés à *Hydrobia*, équivalents du Littorinenkalk de Mayence, du Braunkohlenquartzit de Vetteravie et, en tout ou en partie, de la Pierre de Stonne des coteaux ardennais (G. BACKEROT, G. GARDET, R. CAPOT-REY).

## TECTONIQUE ALPINE OLIGOCENE et MIOCENE VULCANISME TERTIAIRE

Les failles du système rhénan, déjà ouvertes en partie dès le début du Tertiaire, ont joué à nouveau pendant la subsidence oligocène. Elles eurent une ou plusieurs phases paroxysmales alpines post-oligocènes dont l'âge précis ne peut guère être établi dans le fossé rhénan proprement dit ; mais leur jeu total peut être évalué à 4.000 m. environ.

Dans le Jura, les failles de direction subméridienne ou varisque, anté-rupéliennes, rejouèrent par la suite, lorsque les plis du Jura furent établis. D'ailleurs quelques-uns de ces plis commencèrent eux-mêmes à se dessiner avant le Rupélien. Il semble qu'au début du Miocène la région rhénane et ses abords étaient en subquiescence tectonique et qu'ils ne subirent guère qu'une élévation épeirogénique d'ensemble ayant pour résultat l'assèchement du fossé rhénan. Il n'y a en Alsace de Miocène, ni marin, ni lacustre. Pourtant durant l'Helvétien, la mer avait son rivage à peu de distance de la région rhénane car ses dépôts sont conservés en Jura suisse.

Les soulèvements jurassiens eurent une phase paroxysmale durant le Tortonien supérieur (phase attique de H. STILLE), avec plissements aigus

déversés vers le Nord et remise en jeu des failles. Après une période de calme relatif pendant le Pontien, marquée seulement par la surrection massive et l'érosion des contreforts vosgiens et schwarzwaldiens, une seconde phase paroxysmale de plissement se manifesta dans le Jura au début du Pliocène (phase rhodanienne de H. STILLE), par l'accentuation des plis, par des décollements de quelques bords d'anticlinaux avec chevauchement vers le Nord, par le gauchissement des surfaces déjà érodées.

Les dépôts de Nagelfluh ou gompholithe, poudingue de galets fluviatiles à ciment calcaire dont les éléments sont arrachés aux chaînons soulevés, accusent les phases d'érosion (notamment celles du Miocène supérieur). A Courrendlin, se déposent alors des sables fluviatiles à *Dinotherium bavaricum* Myr. Le Pontien est une période de calme tectonique avec quelques surrections massives et lentes des contreforts vosgiens et schwarzwaldiens qui subissent une érosion très intense dont les produits vont s'accumuler dans les dépressions jurassiennes (en particulier dans le bassin de Charmoille en Suisse où ils sont datés par *Dinotherium giganteum* Kaup). Plus tard, au Pliocène supérieur, se déposent des cailloutis et des masses de sables et argiles décalcifiées qui, au pied du Jura, s'étalent en plaine rhénane vers la porte de Bourgogne.

On doit admettre que les différentes poussées jurassiennes vers le Nord eurent pour corollaire de nouvelles remises en jeu des failles du système rhénan avec gauchissements des masses rhénanes plus ou moins rigides, essais de plissements plus aigus dans le fossé rhénan lui-même, par serrage entre les deux horsts bordiers, plissements aussitôt résolus par fractures multiples en blocs monoclinaux.

Sans doute peut-on attribuer à la phase pré-pontienne de fractures, la venue principale de masses volcaniques basiques du fossé rhénan : volcan du Kaiserstuhl en Breisgau, volcans d'Orbey, de Riquewihr, de Ribeauvillé en Haute-Alsace, volcan de Gundershoffen en Basse-Alsace.

Le Kaiserstuhl est une grosse masse volcanique composée de venues multiples, commencées déjà à l'Oligocène, surgissant sur un socle de Jurassique et d'Oligocène, et envoyant des apophyses jusqu'à Vieux-Brisach et Limburg où le Rhin tient sa rive droite : on y a reconnu des limburgites, des phonolites, des téphrites.

Le volcan d'Orbey, en plein territoire granitique, n'a laissé de traces que sous forme d'un lambeau de basalte à néphéline. Celui du Taennchel, en territoire cristallin, est analogue au précédent : le basalte de type limburgitique se rencontre en blocs épars dans la forêt, au lieu dit le Cerisier Noir, au NNW de Ribeauvillé. Le volcan de Riquewihr, en

bordure des Vosges, a laissé un lambeau de limburgite à olivine sur le Lias (H. UNGEMACH). Le basalte très décomposé du col de Peternit entre Guebwiller et Rimbach-Zell est riche en phénocristaux d'olivine transformée en biotite dans une pâte de serpentine (R. WEIL). Le basalte néphélinique de Vordermarbach à l'Ouest de Voegtlinshoffen se présente en blocs arrondis de la grosseur d'une tête (H. KLÄHN).

Le volcan de Gundershoffen est un reste de cheminée volcanique, constituant un pôle Nord magnétique assez marqué (J. P. ROTHE), fait de basalte (dit de Reichshoffen) à olivine et augite, perçant les marnes à ovoïdes et les schistes à Posidonomies du Lias.

## 8. — Série pliocène et quaternaire.

### PLIOCÈNE SUPÉRIEUR ET PRÉGLACIAIRE.

A la fin du Pliocène, d'importantes masses de galets, de sables et d'argiles fluviatiles ou lacustres se sont accumulées au pied des Vosges et du Jura, sur certaines collines sous-vosgiennes, sur les coteaux du Sundgau et dans le fond de la vallée rhénane. Ces alluvions sont toujours fortement décalcifiées ; leurs galets de roches granitiques y sont fort altérés, avec feldspaths très kaolinisés ; les sables vosgiens ont perdu en tout ou en partie leur fer et sont décolorés ; les lits d'argiles ligniteuses ou réfractaires y sont fréquents.

En Basse-Alsace, ces alluvions constituent, entre Saverne et Wissembourg, l'assise de Riedseltz, épaisse de 75 m., couvrant les collines et la plaine. A Niederbetschdorf et Soufflenheim, l'assise de Riedseltz contient d'importantes lentilles de sables et argiles réfractaires riches en débris végétaux (R. HICKEL) appartenant :

a) soit à des genres existant encore en Europe, *Abies*, *Picea*, *Pinus* (cônes de *Pinus noëli* Hickel), *Alnus*, *Fagus*, *Quercus*, *Corylus*, *Prunus*, *Aesculus*, *Juglans* ;

b) soit à des genres représentés seulement aujourd'hui en Asie orientale et en Amérique du Nord, *Pseudolarix*, *Nyssa*, *Benthamia*, *Magnolia*, *Gleditschia*, *Carya*, *Styrax*.

Cet ensemble de plantes de climat tempéré indique le Pliocène supérieur Calabrien ou Villafranchien (G. DUBOIS). Près de Dambach-Epfig, les sables et argiles kaoliniques blancs de Plettig paraissent être du même âge (A. SIAT).

## SURFACES D'ÉROSION TERTIAIRE DANS LES VOSGES.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les crêtes granitiques, gneissiques ou schisto-grauwackeuses des Hautes-Vosges représentent à peu près la surface post-hercynienne (pré-houillère) dépouillée de sa couverture tabulaire permienne et mésozoïque, et déformée à diverses reprises. Ceci n'est qu'une première approximation ; en réalité les érosions post-houillères et post-permiennes ont pu contribuer à dégrader la surface post-hercynienne aux points où celle-ci s'offrait à leur action ; s'il est peu vraisemblable que les érosions post-jurassiques et post-crétacées aient pu atteindre sérieusement la vieille surface, il est certain que les érosions oligocènes et post-oligocènes l'ont touchée et y ont sculpté des niveaux, dont quelques-uns sont bien marqués.

On observe une pénéplaine tertiaire principale vraisemblablement miocène, que jalonnent — d'une part, les corniches et témoins de grès des Vosges sur le pourtour du massif hercynien, — d'autre part, les crêtes peu distinctes des Hautes-Vosges. Cette pénéplaine se tient dans les Hautes-Vosges vers 1300 m. et s'abaisse périphériquement. La pénéplaine post-hercynienne principale telle qu'on peut la reconstituer à partir du pied des témoins gréseux triasiques et différant assez peu semble-t-il de la pénéplaine post-permienne reconstituée de la même manière (en dehors des bassins de subsidence permien), paraît passer vers 1400 m., un peu plus haut que les Ballons des crêtes.

Le Grand Ballon (1428 m.) apparaît aussi comme un monadnock, c'est-à-dire un reste de la vieille pénéplaine post-hercynienne demeuré lors de planations ultérieures. Plus au Nord, la pénéplaine tertiaire principale s'abaisse avec les sommets des Vosges vers 1100 m. ; peut-être le Brézouard (1229 m.) est-il lui aussi un monadnock. Plus au Nord encore, dans les Basses-Vosges, la pénéplaine tertiaire principale est jalonnée sensiblement par de hauts plateaux gréseux qui forment ces montagnes. Cette pénéplaine a donc subi des déformations encore considérables.

Il ne semble plus en être de même des niveaux d'érosion ultérieurs mio-pliocènes, pliocènes et quaternaires. Les plus hauts ne sont visibles que dans les Hautes-Vosges où ils entaillent la pénéplaine tertiaire principale ; ils ne peuvent être suivis dans les Vosges septentrionales où la

pénéplaine tertiaire principale trop abaissée n'a pas subi ces premières planations mio-pliocènes. Une très haute surface d'érosion est jalonnée par les cols, à peine dessinés vers 1200 m., qui séparent les Ballons : c'est la « pénégplaine des cols » de H. BAULIG ; elle semble s'incliner vers le Nord beaucoup moins rapidement que la pénégplaine tertiaire principale.

Les autres surfaces sont localisées dans les vallées des Vosges et correspondent à des cycles d'érosions successifs plio-quatérnaires, eux-mêmes déterminés par des abaissements du thalweg rhénan, avec stades successifs qu'il est possible de reconstituer, et qui au nombre de onze s'étagent entre Mulhouse et Colmar à des altitudes absolues entre 1000 et 150 m. Les plus anciens de ces thalwegs sis à 1000, 900, 800, 700 et 640 m. ont une pente beaucoup plus forte que la pente actuelle de la vallée du Rhin au même endroit. En-dessous de 600 m., les thalwegs de 560, 500, 440, 350, 300 et 240 m. ont une pente fort voisine de celle de la plaine actuelle du Rhin au même endroit, et ils n'offrent donc plus d'indices de déformation marquée, au moins dans le sens axial Sud-Nord.

Si donc les effondrements rhénans ont continué à se produire vers la fin du Pliocène et au cours du Quaternaire (ce que semble indiquer le fait que les cailloutis pliocènes du Sundgau passent sous les alluvions quaternaires aux environs d'Altkirch ; ce qu'indique aussi la hauteur relative des terrasses quaternaires rhénanes dont il sera question plus loin), ce fut d'une manière faible et subégale tout le long de l'axe rhénan.

#### TOPOGRAPHIE PRÉGLACIAIRE DES VALLÉES VOSGIENNES.

La reconstitution des profils des vallées vosgiennes indique qu'elles étaient sensiblement creusées jusqu'à leur profondeur actuelle avant le développement des glaciers. Les vagues successives d'érosion régressive plio-quatérnaires y ont provoqué, dans les têtes de leurs hautes vallées, des ruptures de pentes étagées qui sont à l'origine de certaines sculptures glaciaires et notamment des gradins de cirques.

## GLACIATION ANCIENNE.

Il est assez difficile de préciser dans les Vosges alsaciennes l'étendue et l'action des phénomènes glaciaires antérieurs à la dernière glaciation. Il est pourtant des indices, dont certains très sûrs dans les Hautes-Vosges, d'extension glaciaire plus considérable que celle de la dernière glaciation ; ils sont surtout morphologiques : vallées en auges, éperons intervallaires tronqués en facettes, vallées latérales suspendues, dépressions occupées par des chapelets de lacs. Le glacier de la Moselle envoyait une langue en aval d'Arches et débordait vraisemblablement en un grand glacier de plateau sur les pentes du bassin de la Saône jusqu'auprès de Faymont, St-Bresson, aval de Melisey jusqu'aux portes de Lure ; des langues glaciaires importantes s'avançaient jusqu'à Bruyères et au voisinage de St-Dié ; dans les vallées alsaciennes de la Doller et de la Fecht, les glaciers se terminaient sensiblement au débouché actuel de ces vallées (C. SITTIG). Dans les Moyennes-Vosges, les indices d'extension glaciaire sont fort incertains : quelques tronçons frustes d'auges, quelques croupes interfluves autour du massif du Champ du Feu sont dans ce cas.

## DERNIÈRE GLACIATION.

La dernière glaciation a laissé des preuves de son action, toutes fraîches encore, décrites autrefois par E. COLLOMB, H. HOGARD, CH. GRAD, L. VAN WERVEKE, G. BLEICHER, A. TORNQUIST, L. MEYER, et plus récemment par P. LORY, H. BAULIG, N. NORDON, C. SITTIG, N. THÉOBALD, G. DUBOIS.

Dans les Hautes-Vosges, elle n'offrait pas l'aspect d'une calotte glaciaire, mais de groupes de glaciers de vallées avec langues de transfluence dans certains cols. Les neiges persistantes commençaient vers l'altitude 800 m. ; elles s'accumulaient surtout sur le versant lorrain exposé aux vents dominants et aux plus fortes condensations, nourrissant ainsi de longs glaciers. Sur le versant alsacien, les chutes de neige étaient moins

abondantes ; toutefois les hauts secteurs des vallées, cirques et niches en formation bénéficiaient d'une suralimentation neigeuse due au balayage des crêtes par les vents dominants ; il se peut ainsi que ces crêtes, enneigées certaines années de manière persistante, aient pu être dégarries de leur couverture de neige au cours de certains étés favorables. Les crêtes voisines du Grand Ballon ont du être assez peu enneigées et cette montagne devait habituellement dominer les champs de neige.

Le glacier de la Moselle, nourri de glaciers affluents ou en rapport de transfluence avec ceux de vallons voisins, se terminait près d'Eloges à 30 km. à vol d'oiseau des crêtes (soit sur une longueur de 40 km. environ. Dans le bassin de la Meurthe, les glaciers atteignaient 15 km. environ, l'un d'eux se terminant près de Fraize. Sur les versants SW et Sud des Vosges, les glaciers du bassin de la Saône parvenaient en aval de Faucogney, à Mélisey, en amont de Giromagny.

Sur le versant alsacien, le glacier de la Doller se terminait en amont de Masevaux ; celui de la Thur à Wesserling couvrait 14 à 15 km. ; celui de la Fecht long de 8 km. atteignait Metzeral ; celui de la Weiss, débordant à peine de ses cirques de tête en une large lame à Pairis, n'avait que quelques kilomètres de long. Plus au Nord, près du Bonhomme, le glacier de l'étang du Devin débordait à peine le cirque qui loge cet étang.

Dans les Moyennes-Vosges, il n'y a pas d'indications de l'existence de glaciers de la dernière glaciation : quelques niches de nivation creusées sur le flanc Nord d'épaulement de la corniche triasique gréseuse, dans la région de la Haute Bruche, à l'altitude 700 m., sont les restes les plus septentrionaux de la glaciation würmienne ; aucune langue glaciaire ne sortait des niches où les névés subsistaient : ce sont les actuelles tourbières de la Maxe et du Rond-Pertuis et, sur le versant lorrain, le lac de la Maix.

#### DÉPÔTS GLACIAIRES ET FLUVIO-GLACIAIRES DE LA DERNIÈRE GLACIATION.

Les dépôts glaciaires de la dernière glaciation sont plus importants sur le versant lorrain que sur le versant alsacien : telles sont les grandes moraines d'Eloges, celle du lac de Gérardmer qui a oblitéré la vallée

et provoqué la formation du lac, les moraines multiples de la colline de Chajoux. Sur le versant alsacien, les dépôts morainiques ont été fort attaqués par l'érosion fluviale post-glaciaire, en raison de la forte pente des vallées alsaciennes. Pourtant la vallée de la Fecht aux environs de Metzeral, la vallée de la Doller aux environs de Sewen montrent de très belles moraines frontales ou récessionnelles avec cônes fluvioglaciers. Les galets striés sont extrêmement rares en raison de la dureté des roches granitiques ou schisto-grauwackeuses qui forment le socle de la région englacée ; ce sont de véritables curiosités de musée. Les blocs erratiques sont bien repérés sur le versant lorrain mais sur le versant alsacien ils sont souvent difficiles à distinguer de simples blocs éboulés.

#### FORMES D'ÉROSION GLACIAIRE DE LA DERNIÈRE GLACIATION.

Les roches moutonnées polies et striées ne sont guère visibles dans les Vosges que près des crêtes, en quelques points favorables ; presque partout ailleurs elles sont cachées par la forêt et son humus. Les grandes formes d'érosion glaciaire sont en revanche bien nettes, plus particulièrement sur le versant alsacien.

Les vallées lorraines faites de tronçons subrectilignes à pente générale faible et constante montrent surtout de grandes auges régulières, telles celles de la Meurthe au Valtin, de la Colline de Vologne ou de la colline de Chajoux. Il a suffi de peu pour que de grands lacs allongés, subrectangulaires, comme ceux de Gérardmer et de Longemer aient pu s'y installer.

Les vallées alsaciennes à pente préglaciaire forte et fréquemment rompue dans leurs hauts secteurs, sont riches en auges rétrécies à leurs extrémités, en verrous, surtout en cirques, niches ou kars étagés en gradins multiples. Les plus typiques et les plus nombreux dépendent du bassin de la Fecht, notamment en amont de Metzeral ; il arrive même ici que les recoupements de cirques n'ont laissé entre eux que des arêtes aiguës d'allure alpine, tels les Spitzköpfe entre les cirques du Fischbödle et du Schiessrothried. Les cirques du bassin de la Weiss : lac Blanc, Trochensee, lac Noir sont également bien marqués ; l'étang du Devin et les niches de nivation de la Haute Bruche ont déjà été mentionnés.

La vallée de la Thur présente des caractères morphologiques glaciaires

très particuliers : son trajet, en grand arc de cercle dans l'ensemble, admettait un thalweg préglaciaire sinueux et à pente assez faible ; le glacier rabotant incomplètement ces sinuosités a laissé au fond de son auge les curieuses buttes séparées de la paroi de l'auge par des gouttières longitudinales, qui se multiplient aux environs d'Oderen (H. BAULIG, C. SITTING). Des buttes analogues s'observent dans d'autres vallées, mais jamais de manière aussi nette que dans la vallée de la Thur.

#### RÉCESSION GLACIAIRE.

Les stades de récession glaciaire sont nombreux et n'ont pu encore être coordonnés dans toutes les Vosges. Au cours du Tardiglaciaire (Flandrien inférieur), les glaces ont abandonné leurs auges inférieures et se sont de plus en plus cantonnées dans leurs cirques et niches supérieurs déjà formés, qu'elles ont continué à élargir.

La fonte définitive des glaces des hauts cirques et leur remplacement par des lacs ou des étangs paraît avoir été quasi instantanée, géologiquement parlant, vers l'an — 8000 ou — 9000 (G. DUBOIS). Les tourbes se sont emparées de toutes ces dépressions partout où elles ont pu le faire et se sont développées à partir de l'an — 7000 (G. DUBOIS et J.-P. HATT, J. BECKER et CL. SITTLER).

#### PHÉNOMÈNES DE NIVATION EXTRA-MORAINIQUES.

Dans les régions non occupées par les glaciers würmiens ou abandonnées par eux précocement, dès les premiers stades de la récession tardiglaciaire, la montagne a été soumise aux phénomènes de gel et de dégel successifs dus à la nivation. Ils eurent surtout pour résultat, aussi bien dans les Vosges schisto-cristallines et granitiques que très au Nord dans les Vosges gréseuses, de provoquer des masses importantes d'éboulis ou mers de rochers qui ne s'augmentent plus sensiblement de nos jours. Ils eurent aussi pour conséquence une active désintégration du granite

en arène granitique, des grauwackes en gaizes grauwackeuses et, d'une façon plus générale, des roches calcaires périvosgiennes en grouines, presles et coulées boueuses préloessiques. Actuellement encore, les actions alternées du gel et du dégel contribuent à favoriser la formation de « sentiers de vaches » et de « réseaux de buttes » dans les Hautes-Vosges (G. REMPP et J.-P. ROTHÉ).

#### TERRASSES FLUVIATILES ET LIMONS LOESSIQUES.

La plaine d'Alsace et les vallées vosgiennes sont occupées par un revêtement alluvial très important. Il est possible de distinguer plus ou moins nettement les alluvions rhénanes et les alluvions vosgiennes. Les premières ont leurs éléments lithologiques dominants d'origine jurassienne et alpine : galets granitiques et cristallins, galets calcaires, sables micacés et vases grises ; les autres comportent également des galets granitiques ou cristallins et schisto-grauwackeux, mais aussi des sables rouges et des vases rouges issus du remaniement du Permien et du Trias gréseux. En Basse-Alsace, les sables et vases rouges deviennent de plus en plus fréquents parmi les alluvions vosgiennes et certaines terrasses fluviales des affluents du Rhin sont presque uniquement formées de ces éléments rouges, décolorés parfois en surface sous les sols forestiers.

Le manteau de limons loessiques (G. DUBOIS) d'origine essentiellement éolienne est fort développé en Alsace : il recouvre une partie des collines sous-vosgiennes, et les diverses terrasses, sauf les plus hautes et la plus basse d'entre elles. L'élément dominant du complexe des limons loessiques est le loess qui a justement son type en région rhénane, le mot lui-même ayant été emprunté à la langue populaire rhénane, et ayant pénétré le vocabulaire scientifique surtout après l'Excursion de la Société Géologique de France en 1834.

On observe en Alsace de beaux loess typiques, principalement parmi les limons récents, épais de 5 à 10 m., recouvrant les collines oligocènes et les terrasses. On rencontre également des loess atypiques sablo-argileux, plus ou moins lehmifères, surtout parmi les limons anciens qui recouvrent les moyennes terrasses en Basse-Alsace et dans certaines parties du Sundgau.

Tous les loess contiennent *Succinea oblonga* Drap., *Pupa muscorum* L., *Helix (Fruticola) hispida* L., ainsi que d'autres éléments variables. Leurs concrétions calcaires dites « poupées » ou « Loesskindeln » sont d'autant plus petites que les loess sont plus récents. Leurs lehms d'altération constituent de riches terres de culture.

Au loess typique purement éolien, se joignent des loess atypiques mélangés d'impuretés plus ou moins grossières, — qui sont surtout grossières si le limon a subi un remaniement dû au ruissellement. Le loess est chargé d'éléments d'origine granitique au pied des Vosges cristallines, de grains de sable rouge au pied des Vosges gréseuses ; il est remplacé par un limon caillouteux au pied des coteaux pliocènes de Basse-Alsace. Dans la région de Reichshoffen, le limon recouvrant des affleurements de Lias marneux à ovoïdes et autres concrétions ferrugineuses est surchargé de fragments de ces concrétions, qu'un lavage ultérieur peut concentrer en poches : c'est la mine plate (Blättelerz), minerai de fer limonitique en esquilles autrefois exploité à Zinswiller, Offwiller, Urwiller, Molkenbronn et travaillé à Reichshoffen. En d'autres points, les limons contiennent des grains ferrugineux provenant de la formation sidérolithique.

D'une façon générale, les loess alsaciens et les limons loessiques associés sont en relation avec les glaciations. En particulier le loess récent doit son origine aux produits de solifluction formés au cours de la dernière glaciation et de ses phases tardiglaciaires dans les contrées périglaciaires.

#### DISPOSITIF DES ALLUVIONS ANCIENNES DANS LE SUD DE L'ALSACE.

En Sundgau, les alluvions pliocènes dites cailloutis du Sundgau, à éléments granitiques alpins kaolinisés et blanchis, accumulés en un cône tordu vers la porte de Bourgogne, s'enfoncent près d'Altkirch sous des alluvions plus récentes. Celles-ci, plus en amont, se répartissent en deux nappes alluviales quaternaires, à pente rapide, connues comme « Deckenschotter I et II » et situées respectivement à 130-100 m. et à 80-60 m. au-dessus de la plaine alluviale actuelle. Plus bas se groupent une « Haute-Terrasse » de 40-30 m. et une « Basse-Terrasse » de 20-10 m. Plus bas encore, s'étage toute une série de terrassettes successives ; ici le Rhin

creuse encore son lit : ces terrassettes successives sont essentiellement découpées en niveaux d'érosion après des phases d'accumulation très temporaires.

Les limons loessiques sont peu épais dans le Sud du Sundgau et ne paraissent représenter que des limons anciens. Entre Altkirch et Mulhouse, les séries limoneuses sont plus complètes et atteignent 10 à 12 m. d'épaisseur. Dans la région comprise entre Mulhouse, Neuf-Brisach et Colmar, les terrasses anciennes ont été fortement démantelées par l'érosion ; leur base alluviale seule conservée semble s'enfoncer sous des alluvions récentes de Basse-Terrasse sans couverture loessique ; les terrasses plus élevées ne s'observent que sur la rive droite du Rhin en Breisgau.

Les grandes rivières descendues des Vosges ont étalé à leur débouché en plaine rhénane d'importants cônes alluviaux qu'elles ont peu à peu délaissés en se déplaçant vers l'aval rhénan, c'est-à-dire vers le Nord. L'un des plus étendus est celui de la Thur étalé en aval de Thann devant Cernay jusqu'à Lutterbach près de Mulhouse ; c'est une grande lande caillouteuse nommée Ochsenfeld.

La liaison des terrasses et des dépôts glaciaires se montre fort difficile. Dans la vallée de la Doller, trois morainés successives paraissent respectivement en relation avec des terrasses de 15, 7 et 4 m. (N. THÉOBALD) ; mais ces terrasses sont elles-mêmes très mal datées.

#### DISPOSITIF DES TERRASSES EN BASSE-ALSACE.

Au Nord de Markolsheim et de Sélestat, les terrasses ont été conservées ; elles sont particulièrement nettes aux environs de Strasbourg de part et d'autre de la Bruche. Elles s'étagent à partir du niveau d'érosion du Kochersberg, niveau de 45 à 50 m. (altitude 180 à 200 m.) auquel correspondent des restes de paquets alluviaux aux environs de Rosheim. On distingue ensuite les terrasses de Hangenbieten-Achenheim-Mundolsheim, — de Lingolsheim-Schiltigheim, — de Roettig.

A. — La **Terrasse de Hangenbieten** qu'on observe également à Achenheim et Mundolsheim, dite aussi « Haute-Terrasse » correspond en réalité à une moyenne-terrasse de la Somme ou de la Seine (V. COMMONT, A.

BRIQUET, G. DUBOIS) ; avec son épaisse couverture de limons loessiques anciens et récents, elle atteint 30 m. de hauteur ou plus ; mais la tête d'alluvions n'est généralement que 10 à 15 m. plus haut que la plaine alluviale actuelle. Elle est formée d'alluvions sableuses ou vaseuses grises dites rhénanes et elle a livré une faunule de Mollusques fluviatiles et continentaux parmi lesquels certains vivent encore communément en Alsace tels *Helix pulchella* Mull., *Pupa muscorum* L., *Succinea putris* L., *S. oblonga* Drap., *Valvata macrostoma* Sternb., *V. cristata* Mull., *Limnaeus palustris* Müll., *Planorbis umbilicatus* Müll., *P. rotundatus* Poir. ; quatre espèces éteintes *Vitrina kochi* Andr., *Patula alhardae* Andr., *Pupa columnella* Benz., *Planorbis micromphalus* Sandb. et des espèces émigrées d'Alsace dont *Clausilia pumila* Ziegl. ; avec en outre, *Hippopotamus amphibius major* Cuv., *Cervus alces latifrons* Johns., *Rhinoceros etruscus* Falconer. C'est dans l'ensemble une faune chaude permettant d'assimiler ces alluvions au Tyrrhénien fluviatile de moyenne-terrasse. Les sables ont livré du Chelléen atypique.

Ces sables rhénans à faune chaude sont couronnés par des alluvions vosgiennes sableuses rouges, interstratifiées de limons sableux, avec faune froide à *Rangifer tarandus* L., *Canis lupus* L., *Hyaena crocuta spelaea* Goldf., et faune de Mollusques nordiques ou orientaux : *Helix tenuilabris* A. Br., *H. bidens* Chem., *Clausilia pumila* Ziegl., *Planorbis riparius* West., *Valvata macrostoma* Sternb., *V. naticina* Menke.

Des limons loessiques anciens épais de 10 à 15 m. couvrent les sables de la moyenne-terrasse ; ils sont particulièrement bien exposés à Achenheim (P. WERNERT). Ce sont des loess plus ou moins typiques à grandes poupées, avec couches lehmifères ou remaniées, à faune forestière tempérée chaude vers la base, tempérée froide vers le sommet ; ils livrent : *Helix (Arionta) arbustorum* L., *H. (Tachea) nemoralis* L., *Cervus elaphus* L., *Equus caballus germanicus* Nehring, *Meles meles* L. ; en outre :

— vers leur partie moyenne, *Canis lupus* L., *Castor fiber* L., *Rhinoceros mercki* Jaeg., *Elephas antiquus* Falc., *Felis spelaea* Goldf.

— au sommet, *Elephas primigenius* Bl., *Rhinoceros tichorhinus* Cuv., *Citellus rufescens* K. et Bl., *Rangifer tarandus* L. ; avec Acheuléen récent.

A ces limons loessiques anciens se relie à Achenheim des limons de ruissellement sur les pentes qui descendent plus bas que les plus basses terrasses et même que la plaine alluviale actuelle.

B. — La **Terrasse de Lingolsheim** qu'on retrouve à Schiltigheim, dite « Basse-Terrasse », est formée essentiellement de sables vosgiens rouges dont le sommet est d'environ 5 m. plus haut que la plaine alluviale actuelle et qui n'offrent comme couverture loessique que des loess récents épais de 10 m. loin du talweg, de moins en moins épais près du talweg. Les sables rouges livrent : *Rhinoceros antiquitatis* Blum. (= *tichorhinus* Cuv.), *Equus caballus* L., *Bos primigenius* Boj., *Rangifer tarandus* L.

Les limons loessiques récents pouvant atteindre 20 m. d'épaisseur couvrent les moyenne et basse-terrasses : ce sont des loess typiques éoliens (avec lehms d'altération), à petites poupées, à faune de steppe humide froide avec *Succinea oblonga* Drap., *Pupa muscorum* L., *Helix* (*Fruticola*) *hispidus* L., *Elephas primigenius* Blum, *Rangifer tarandus* L., *Citellus rufescens* K. et Bl., *Marmota marmota* L. (Achenheim, Hoenheim). Ils ont livré à Achenheim du Moustérien à la base, de l'Aurignacien dans leur partie moyenne.

Ces limons couvrent la pente qui lie la Basse-Terrasse de Schiltigheim aux niveaux inférieurs et à la plaine alluviale, mais ils passent sous les alluvions récentes. A Strasbourg, les loess récents s'avancent jusqu'au quartier de la gare et jusqu'au bord de la terrasse qui porte l'église Ste Aurélie.

C. — Dans la vallée de la Bruche, plus bas que la Basse-Terrasse de Lingolsheim à couverture de loess, s'étale la **Terrasse de Boettig**, haute de 1 m. 50 à 2 m., faite de sable rouge vosgien avec couverture de limon faible ou nulle, dans laquelle la Bruche s'est taillée une plaine alluviale étroite pour rejoindre l'Ill. Une formation analogue dite Terrasse de Hoerdt, sans limon, s'étend entre Brumath, Reichstett et Weyersheim ; c'est un cône alluvial de la Zorn ; ici la rivière s'est taillée une plaine alluviale actuelle très large, déportée vers le Nord.

Le dispositif des terrasses strasbourgeoises se continue au Nord, avec des différences de détail dues aux divers degrés d'érosion des terrasses par les divagations du réseau fluvial rhénan et de ses affluents. La Moder a un cône alluvial de très basse terrasse caillouteuse sans loess, se reliant aux dépôts pliocènes caillouteux de la forêt de Haguenau. La Lauter a un cône alluvial de très basse terrasse sableuse sans loess portant le Bienwald.

Sur la rive badoise, une ligne continue de très basses terrasses sans loess, rappelant les cônes alluviaux des rivières de Basse-Alsace, est connue sous le nom de Hochgestade.

TABLEAU N° 10

---

**Stratigraphie des sédiments quaternaires  
d'Achenheim — Hangenbieten.**

---

	sol actuel de loess calcaire remanié	
Fonds de cabane Métaux Néolithique	} lehms de surface. . . . .	Animaux domestiques
Magdalénien		
	loess récent supérieur. . . . .	<i>Cervus elaphus</i>
	phénomènes de solifluction	
Aurignacien final	} loess récent moyen à faune froide.	<i>Rangifer tarandus</i> <i>Elephas primigenius</i> <i>Citellus rufescens</i>
Aurignacien moyen Mousterien	} loess récent inférieur à faune froide.	<i>Rangifer tarandus</i> <i>Elephas primigenius</i> <i>Rhinoceros tichorhinus</i>
	lehm brun d'altération. . . . .	<i>Cervus elaphus</i>
Acheuléen final Levalloisien ancien	} loess ancien supérieur à faune froide.	<i>Rangifer tarandus</i> <i>Elephas primigenius</i>
	lehm rouge d'altération. . . . .	<i>Hyaena spelaea</i>
Paléolithique inférieur « pebble culture »	} loess ancien moyen à faune chaude avec poupées. . . . .	<i>Elephas antiquus</i> <i>Elephas trogontherii</i> <i>Rhinoceros mercki</i>
Traces de foyers	loess ancien inférieur à faune chaude.	<i>Cervus elaphus</i>
Petit quartzite de taille primitive	} loess ancien sableux à faune froide.	<i>Rangifer tarandus</i> <i>Elephas trogontherii</i> <i>Elephas primigenius</i>
	sables vosgiens rouges. . . . .	<i>Rangifer tarandus</i>
	phénomènes de solifluction	
	marnes et sables rhénans à faune chaude. . . . .	<i>Hippopotamus major</i>
	graviers du Rhin	

## PLAINE ALLUVIALE ACTUELLE.

La plaine alluviale actuelle est formée d'alluvions caillouteuses, sableuses ou vaseuses ; ces dernières sont notamment abondantes en d'anciens méandres du réseau fluvial rhénan, au bord des terrasses érodées, et elles constituent le ried tourbeux, surtout développé en Basse-Alsace. Les alluvions de la plaine contiennent d'ailleurs à diverses profondeurs des lits tourbeux, tel celui de Bischwiller à 38-40 m. de profondeur, qui a livré une flore pollinique de *Pinus silvestris* (G. DUBOIS).

Ces alluvions sont souvent très épaisses : 75 m. à Strasbourg, 120 m. à Ensisheim, 195 m. à Sundhouse, 128 m. à Carlsruhe en Bade. Ce dispositif est généralement interprété comme résultant d'affaissements quaternaires récents de la plaine rhénane (A. BRIQUET). Il est toutefois probable que ces masses d'alluvions comportent des couches quaternaires d'âges différents ; c'est ainsi qu'à la Wantzenau au Nord de Strasbourg a été draguée une molaire bien conservée d'*Elephas antiquus* Falc. dans les graviers de la plaine alluviale à quelques mètres de profondeur. Une molaire d'*Elephas meridionalis* Nesti est d'autre part signalée comme provenant des graviers rhénans de Huningue (N. THÉOBALD). Il est vraisemblable que des couches pliocènes constituent une part importante de la masse alluviale. Ces différentes assises ne sont ordinairement pas discernables dans les forages.

Il en résulte que les considérations sur l'épaisseur des alluvions fluviales rhénanes et sur la continuité de l'effondrement rhénan en des temps voisins des nôtres doivent être émises avec circonspection.

## LE COURS DU RHIN ET SES ALLUVIONS.

Le cours actuel du Rhin est en grande partie artificiel ; il résulte d'une régularisation commencée au début du XIX<sup>e</sup> siècle, avec coupure d'un grand nombre de ses méandres et divagations. Cette opération eut pour résultats de raccourcir le cours du fleuve, d'augmenter sa pente

et de réveiller son activité érosive en des points où elle était nulle auparavant. D'une façon générale, son niveau moyen s'est abaissé de plusieurs mètres depuis cette régularisation. Il en est résulté un abaissement de la surface piézométrique de la nappe aquifère alluviale, abaissement qui fut assez sensible pour tarir alors de nombreux puits domestiques de Strasbourg (A. DAUBRÉE, J.-A. BURGHARDT). Il en est également résulté le dégagement et l'apparente surrection de la barre rocheuse d'Istein. barre rocheuse qui empêche maintenant la navigation en hiver pendant la période des basses eaux et que le canal de Kembs permet d'éviter.

Le Rhin déplace des sables et des bancs de cailloux. C'est surtout en tête d'amont des bancs caillouteux que se trouve la Goldgrunde, ou paillette d'or que contiennent partout les alluvions rhénanes ; leur accumulation a permis l'orpaillage qui fut pratiqué depuis des temps très anciens jusque vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le long des rives rhénanes. Les stations d'orpaillage étaient surtout concentrées entre Rhinau et Daxlanden près de Carlsruhe (A. DAUBRÉE).

#### FAUNES QUATERNAIRES DE VERTÉBRÉS ET INDUSTRIES HUMAINES EN ALSACE.

Les restes de Vertébrés quaternaires ont été récoltés en Alsace dans les alluvions fluviales, les limons, les éboulis, les fentes, les cavernes. Certains ont déjà été signalés plus haut ; il ne sera rappelé ou mentionné ici que les gisements les plus remarquables.

La faune chaude à *Hippopotamus amphibius major* Cuv. n'est connue en plaine alsacienne que dans les alluvions rhénanes de la Terrasse de Hangenbieten. Elle est beaucoup plus richement représentée en Bas-Rhin à Burbach, en un abri entre roches (cette localité est en réalité sise en Krummes Elsass sur le plateau lorrain) : *Hippopotamus amphibius major* Cuv., *Elephas antiquus* Falc., *E. trogontherii* Pohlig (R. FORRER).

La faune de passage des limons anciens est remarquablement bien connue à Achenheim, avec fond tempéré forestier à *Equus caballus germanicus* Nehring, *Meles meles* L., *Cervus elaphus* L. ; faune chaude humide à *Elephas antiquus* Falc., avec en outre *Castor fiber* L. à la

partie moyenne ; faune froide à la partie supérieure (P. WERNERT). Cette faune froide à *Elephas primigenius* Blum., *Rhinoceros antiquitatis* Blum. (= *tichorhinus* Cuv.), *Rangifer tarandus* L., *Citellus rufescens* K. et Bl., *Equus caballus* L. est surtout représentée dans le loess récent (Achenheim). On en trouve aussi les éléments dans les alluvions de Basse-Terrasse et dans certains abris sous éboulis, notamment ceux de Gresswiller et Hermolsheim près de Mutzig (R. FORRER).

Une très riche faune froide avec industrie moustérienne a été également rencontrée à Voegtlinshoffen (Haut-Rhin), dans un remplissage de fente lors de l'ouverture d'une carrière de grès des Vosges : c'est une faune de steppe froide (tundra) avec son cortège habituel : *Elephas primigenius* Blum., *Rhinoceros antiquitatis* Blum., *Equus caballus* L., *Rangifer tarandus* L., *Hyaena crocuta spelaea* Goldf., *Vulpes lagopus* L., *Ursus spelaeus* Blum., *Gulo gulo* L., *Felis leo spelaea* Goldf., *F. lynx* L., *Rupicapra rupicapra* Ham. Smith., *Citellus rufescens* K et Bl., *Marmota marmota* L., *Lemmus lemmus* L., *Dicrostonyx torquatus henseli* Hinton, *Arvicola terrestris* cf *abbotti* Hinton (L. DÖDERLEIN, G. DUBOIS).

La caverne de Hohlstein à Sentheim près de Lauw a surtout livré *Ursus spelaeus* Blum. et des formes tempérées forestières. La caverne d'Oberlarg en Jura alsacien a fourni, avec une industrie magdalénienne, une faune tempérée semi-forestière, semi-tundrique froide : *Bison bonasus* L. (= *B. europaeus* L.), *Bos primigenius* Boj., *Cervus tarandus* L., *Castor fiber* L.

Les industries humaines paléolithiques sont assez mal représentées en Alsace. La rareté de bons silex ou de pierres analogues, faciles à façonner, en est sans doute la cause car les traces d'occupation humaine ne manquent pas.

A Hangenbieten, un outil très primitif attribuable au Chelléen a été récolté dans les sables rhénans à faune chaude. D'autre part, à Burbach, un outillage en os avec quelques pierres calcaires accompagne des produits de chasse provenant d'une faune chaude. Une industrie acheuléenne fruste est présente dans la partie supérieure des loess anciens à faune tempérée froide.

L'industrie moustérienne est plus fréquente dans le loess récent et en divers gîtes d'éboulis ou de remplissage de fentes : à Voegtlinshoffen par exemple. L'homme moustérien était chasseur de Mammouths ; il en a accumulé les restes en certains de ses campements en steppe loessique ou en certains de ses abris.

Les industries paléolithiques récentes sont peu représentées ; le Madgalénien est connu à Oberlarg en Jura alsacien. Les industries néolithiques et métalliques ont au contraire laissé de nombreux échantillons dans des fonds de cabanes, des sépultures et des tumulus fréquents en Basse-Alsace, notamment en forêt de Haguenau. (R. FORRER, J.-J. HATT). Il existe aussi quelques restes de palafittes.

La plupart des échantillons récoltés, ossements humains, ossements de Vertébrés, faunes diverses, vestiges des diverses industries humaines sont conservés et exposés à Strasbourg au Palais de Rohan (Musée préhistorique et gallo-romain).

Parmi les murs d'enceinte fortifiés celtiques ou gaulois, le plus remarquable est celui du Mont Ste Odile dénommé le « Mur payen » (G. FAUDEL. R. FORRER).

#### TOURBIÈRES ET HISTOIRE FORESTIÈRE POSTGLACIAIRE.

Des niveaux tourbeux anciens sont connus dans la masse des alluvions rhénanes à diverses profondeurs (notamment à Bischwiller vers 38-40 m.) ; leur attribution à l'un ou l'autre des étages quaternaires demeure très imprécise.

Les tourbières les mieux connues sont flamandaises postglaciaires (G. DUBOIS. J.-P. HATT) ; elles se ramènent à trois types principaux : tourbières bombées des chaumes, — tourbières des niches, cirques et lacs d'origine glaciaire, — tourbières des vallées et du ried rhénan.

Les tourbières bombées des chaumes se sont installées sur les pentes peu accentuées des chaumes des Hautes-Vosges, après la fonte des neiges persistantes du dernier glaciaire ; elles offrent généralement à la base une tourbe de Cypéracées qui a comblé une légère dépression préexistante, puis une tourbe de Sphaignes et Mousses développée de manière centrifuge. Un tel ensemble atteint 5 m. 50 d'épaisseur au Champ du Feu.

Les niches et cirques ainsi que les dépressions lacustres d'origine glaciaire tendent à se combler de tourbes de Cypéracées et de Mousses à croissance centripète dans l'ensemble ; après comblement et assèchement de la cuvette, une tourbière bombée à tourbe de Sphaignes, à croissance centrifuge peut se superposer à la précédente. Le lac Noir offre seule-

ment quelques lits tourbeux riverains ; le lac de Lispach (versant lorrain) est à peu près comblé de tourbe ; la tourbière de la Maxe près de Salm est une niche glaciaire entièrement comblée de tourbe sur une épaisseur de 6 m. 50 ; le Trochensee (Lac Sec) près du Lac Blanc est entièrement comblé de tourbe et passe à la tourbière bombée (4 m. 75 d'épaisseur totale de tourbe).

Les diagrammes polliniques de ces tourbes mettent en évidence une histoire forestière des Vosges très homogène, dont la chronologie peut être établie par comparaison avec celle de l'histoire forestière de contrées voisines, en concordance avec la chronologie de l'histoire forestière flandrienne de l'Europe occidentale (G. et C. DUBOIS, J.-P. HATT, F. FIRTION, J. BECKER, J. SAUVAGE, G. LEMÉE, F. FIRBAS, E. OBERDORFER).

La première forêt installée après la fonte glaciaire jusqu'à un peu plus de 500 m. d'altitude paraît avoir été formée de Pin sylvestre, avec Bouleau et Coudrier, à l'époque boréale (c'est-à-dire durant l'Azilien vers l'an — 7000). Un peu plus tard, tandis que le Bouleau régresse, la forêt conquiert la haute montagne. Bientôt le Pin régresse à son tour. Une poussée nette du Coudrier marque le début de la période atlantique (ou xérothermique) et la Chênaie mixte s'installe, même sur les crêtes aujourd'hui déboisées : Tilleul d'abord, Chêne ensuite, vers l'an — 4000 (en plein Néolithique), lors de l'optimum de température postglaciaire. Vers l'an — 3000, la Chênaie mixte fait alors place au Sapin auquel succède l'association Hêtraie-Sapinière ou Fagabiétaie (période subboréale, à partir de l'âge du Bronze). Dans la Fagabiétaie, c'est d'ailleurs le Sapin qui domine aux basses altitudes ; aux hautes altitudes c'est tantôt le Hêtre et tantôt le Sapin.

Au temps proto-historiques la forêt, gênée dans son développement par un climat devenu plus sévère, a abandonné les Hautes-Chaumes et sans doute l'Homme est-il intervenu pour accélérer le déboisement. Actuellement encore, la forêt naturelle est formée de Sapin-Hêtre ; le Hêtre, d'ailleurs rabougri, se maintient le plus haut à la limite des chaumes.

L'Épicéa qui constitue actuellement de gros massifs forestiers n'apparaît pas dans cette histoire postglaciaire. Il a dû être introduit tardivement par les forestiers ou propagé par eux à partir de quelques îlots relictés de forêts plus anciennes, glaciaires ou interglaciaires, conservés dans de basses vallées. L'Épicéa est un arbre oriental qui a joué un rôle naturel important jusqu'en Schwarzwald aux temps postglaciaires, mais qui n'intervient pas dans l'histoire forestière des Vosges.

Les tourbières des vallées et du ried rhéna n'ont en général qu'une faible épaisseur : 0 m. 50 à 1 m. 50 ; elles sont surtout constituées de tourbes de Cypéracées. Les mieux connues sont pré-néolithiques, néolithiques ou immédiatement post-néolithiques. A Strasbourg, porte de Pierre, une tourbe de l'époque des palafittes a livré de nombreuses poteries. (CH. GOEHNER, P. AMIET et R. FORRER). L'analyse pollinique des tourbes du ried rhéna traduit une histoire forestière plus uniforme que celle des Vosges : le Pin silvestre tût installé dure jusqu'aux temps historiques, à la période atlantique, en compagnie du Chêne et de l'Aulne.



## VI. — PEDOLOGIE

---

La constitution pétrographique très variable des roches-mères a eu une influence prépondérante sur la genèse des sols alsaciens (G. DUBOIS, H. ERHART, J. FRANC DE FERRIÈRE). D'autre part, les événements quaternaires avec les alternances glaciaires et interglaciaires, et surtout la dernière glaciation et le réchauffement post-glaciaire, eurent une action capitale.

L'action glaciaire proprement dite fut localisée en Hautes-Vosges. Sur le versant alsacien, l'érosion intense et le balayage fluvial des dépôts morainiques ne furent pas favorables à l'édification des sols. L'action périglaciaire fut au contraire de première importance dans la pédogénèse :

a) En moyenne et basse montagne et sur les coteaux, la cryoturbation donna naissance non seulement à des amas de blocailles désordonnées, mais aussi à du matériel fin et assoupli, propre à la création de sols épais, même aux dépens de roches dures, telles que grès vosgiens, grauwackes, gneiss et granites ; le type le plus parfait en est l'arène granitique, qui aida plus tard à l'installation de la forêt.

b) Sur les bas-coteaux et en plaine, le vent amena de l'occident la fine poussière de quartz chargée de calcaire, dont l'amas forme le loess fixé par les herbes de steppe et qui fut constamment un sol éphémère en perpétuelle édification. Les stades d'arrêt de l'apport éolien, les phases pluvieuses (surtout celles des inter-glaciaires et du post-glaciaire) provoquèrent, par une décalcification et une oxydation du loess, la formation de sols permanents de lehms, actuellement plus ou moins fossilisés sous d'autres couches.

Les alluvions fluviales : galets, sables et limons, anté-loessiques ou post-loessiques, furent déposées par le Rhin et ses affluents ; les alluvions rhénanes sont calcaires, celles des affluents, vosgiens surtout, ne le sont que peu ou pas. Au Flandrien (tardi-glaciaire et post-glaciaire), se sont installées des tourbières.

Ayant évolué en fonction de la roche-mère, du climat, de l'altitude, de la végétation et de l'action de l'homme, les sols d'Alsace peuvent se grouper selon la classification suivante :

1° — **Sol alpin des Hautes-Vosges** (Hautes-Chaumes), vers 900 à 1000 m. d'altitude ou au-dessus. Sur la roche-mère siliceuse ou silicatée, s'installe sous climat très humide un manteau humique ou franchement tourbeux qui acidifie davantage le terrain. A l'exception de quelques Hêtres rabougris, la forêt gênée surtout par le vent ne s'y installe pas.

2° — **Sol montagnard**. Sur les mêmes montagnes, à des altitudes moins élevées, la forêt de Hêtres, Sapins, Epicéas et Pins règne totalement, sauf action destructrice de l'homme qui la remplace par des prés et des champs. En domaine granitique, l'usure lente des feldspaths enrichit peut-être le sol de cette zone en libérant des sels potassiques.

3° — **Sol des collines sous-vosgiennes**. Très hétérogène en raison de la diversité géologique du sous-sol, il se prête à l'ameublement sur les lits marneux. Les roches calcaires sont souvent décalcifiées en surface avec sol acide et peu épais. Dans les régions bien exposées, abritées de la trop forte pluviosité par la montagne, la vigne peut prospérer. La zonalité climatique au pied des plus hautes Vosges différencie favorablement à ce point de vue les coteaux face à Colmar, où la pluviosité est minimum.

4° — **Sol du Jura alsacien** de Ferrette. La roche-mère jurassique calcaire, parfois décalcifiée en surface, sous un climat pluvieux, se prête à l'extension de la forêt.

5° — **Sol des terrasses pliocènes**. Très pauvre en calcaire, il accepte des plantations forestières, telles la forêt de Haguenau où prospère le Pin. Un peu de limon quaternaire en surface permet le développement d'autres essences. Ailleurs, le terrain est une lande plus ou moins en friche.

6° — **Sol des cônes d'alluvions vosgiennes**. Très pauvres et peu calcaires, les terrains sableux et caillouteux qui le constituent au débouché des vallées sont souvent à l'état de landes (Ochsenfeld de la Thur par exemple). A Colmar, le cours alluvial de la Fecht peut se planter de vignes, grâce à l'optimum climatique des abords de la ville.

7° — **Sol de la couverture loessique** des coteaux et des terrasses. Il

suffit d'une couverture de loess, même de quelques décimètres seulement, pour modifier en riche terrain cultural une roche-mère sous-jacente rébarbative. Mais les grandes cultures de céréales, betteraves, houblons, tabacs, sont surtout florissantes là où le loess, lehmifié en surface, est épais : coteaux de Soultz-sous-Forêts et de Brumath, Kochersberg, terrasses d'Erstein, Sundgau. Certaines parties de la plaine alluviale rhénane portent de minces couvertures lehmiques résiduelles ou remaniées et acquièrent de la sorte une valeur culturale voisine de celle des terrains loessiques.

8° — **Sols de la plaine alluviale rhénane.** Ils sont très variés selon la nature limoneuse, sableuse ou caillouteuse de l'alluvion qui est toujours quelque peu calcaire. La proximité de l'eau souterraine favorise l'effort cultural. Le ried, à sol généralement pauvre, aisément inondable ou humique, peut être conquis à la culture par assèchement. L'amendement du sol trop humique permet des cultures maraichères prospères.

Aux abords des exploitations potassiques entre Colmar et Mulhouse, la plaine s'affaisse par tassement des galeries d'exploitation, ce qui transforme certaines parties de la plaine en ried artificiel noyé. Le sel gemme, rejeté comme déchet d'exploitation, et les eaux salées issues de l'industrie potassique ont stérilisé certains sols malgré les efforts récents de correction réalisés par les exploitants.



## VII. — PROSPECTION GEOPHYSIQUE

---

Divers procédés de prospection géophysique ont été utilisés en Alsace (E. ROTHÉ et J.-P. ROTHÉ) et ont conduit aux conclusions suivantes :

### 1° — MÉTHODES RADIOACTIVES.

Dans les couches sédimentaires de l'Oligocène (Tongrien) de la plaine rhénane, ce sont celles du Chattien qui présentent la radioactivité la plus forte (résultat concordant d'ailleurs avec les recherches sur les propriétés magnétiques de ces couches). Il est vraisemblable que magnétisme et radioactivité sont dus à des éléments provenant de la démolition de massifs éruptifs analogues au Kaiserstuhl et aux basaltes d'Alsace. Parmi les roches de la région vosgienne, les rhyolites sont les plus radioactives. Les granites sont nettement plus actifs que les gneiss et les grauwackes.

### 2° — MÉTHODE GRAVIMÉTRIQUE.

Un lever gravimétrique a été effectué du dôme de sel de Hettenschlag. Le sel moins dense, affleurant presque à la surface à travers les marnes oligocènes et les cailloutis, amène un déficit très sensible de la pesanteur; l'isogamme  $-1$  localise nettement le centre du dôme.

Le Service Géophysique des Mines Domaniales de Potasse d'Alsace a levé une carte gravimétrique détaillée de la plaine d'Alsace. Une anomalie positive de gravité entoure le massif volcanique du Kaiserstuhl et déborde largement à l'Ouest du Rhin sous les alluvions de la plaine alsacienne. Ce fait est confirmé par l'existence de roches volcaniques en cheminée à Riquewihhr, et par la forte susceptibilité magnétique des grès chattiens

rencontrés en forages dans la région de Neuf-Brisach. Ces couches correspondraient à la destruction par érosion d'un Pré-Kaiserstuhl (J.-P. ROTHÉ).

### 3° — MÉTHODES ÉLECTRIQUES.

La méthode des résistivités complétée par de nombreux sondages électriques a été appliquée au calcul de l'épaisseur des alluvions rhénanes au-dessus de la zone de sel dans la région d'Ensisheim. D'après la carte des résistivités ainsi établie, il apparaît que le dôme de sel de Hettenschlag forme un pont entre l'anticlinal de Meyenheim et le grand anticlinal de Rustenhart-Marckolsheim qui suit la crête topographique entre l'Ill et le Rhin (C. SCHLUMBERGER).

Le procédé du carottage électrique expérimenté pour la première fois en 1928 par C. SCHLUMBERGER a rendu de grands services dans les recherches pétrolifères (Pechelbronn).

### 4° — MÉTHODE MAGNÉTIQUE.

Des basaltes d'Alsace ont fait l'objet d'une prospection magnétique par exemple :

a) le basalte noir de Reichshoffen exploité à Gundershoffen ; la cheminée basaltique traverse les marnes à *Amaltheus margaritatus* Schloth. du Lias moyen.

b) le basalte de Riquewihr qui pointe au milieu de Trias et de Jurassique inférieur.

Une étude magnétique du massif de diorite pointant dans la partie médiane du massif granitique du Champ du Feu fait ressortir non seulement des dykes de diorite mis à jour par l'érosion mais aussi des amandes dioritiques masquées par les terrains de surface.

La méthode magnétique peut être également employée à la délimitation de failles (faille du Hochwald, faille au Nord de Riquewihr).

## VIII. — LA SEISMOLOGIE EN ALSACE

---

L'Alsace a, de tous temps, connu des manifestations séismiques (A. PERREY). Le xiv<sup>e</sup> siècle fut une époque très agitée ; puis après un calme relatif, au xviii<sup>e</sup> siècle la séismicité reprit. Les observations de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg (E. ROTHE) montrent que :

1<sup>o</sup> — l'exagération en Alsace du mouvement microséismique est une preuve de la grande instabilité du fossé rhénan.

2<sup>o</sup> — les macroséismes sont en relation directe avec les accidents tectoniques et les longues failles qui bordent le fossé rhénan ; ces failles ont joué à diverses époques et jouent encore aujourd'hui.

3<sup>o</sup> — des tremblements de terre assez lointains déterminent, par « séismes de relais », des phénomènes secondaires dans les failles d'Alsace.

4<sup>o</sup> — avant la période pontienne, des fissures profondes permirent la montée de coulées volcaniques basaltiques dans le fossé rhénan : volcan d'Orbey, du Taennchel au Cerisier Noir près de Ribeauvillé, de Riquewihr, de Gundershoffen près de Reichshoffen, du Kaiserstuhl en Bade.

5<sup>o</sup> — des éruptions antérieures ont formé des rhyolites à radioactivité assez accentuée.

6<sup>o</sup> — des mouvements ascendants lents affectent les masses diapiriques de sel (dômes de Meyenheim et de Hettenschlag).

7<sup>o</sup> — des tremblements de terre profonds, à la limite de la lithosphère et de la pyrosphère, sont inégalement ressentis suivant la constitution des roches qui propagent les vibrations : les masses schisteuses et grauwackeuses amortissent la propagation tandis que les massifs granitiques conduisent les ondes jusqu'en surface.

---

## IX. — GITES METALLIFERES ET MINERAUX

---

### A. — Vosges hercyniennes.

Il existe dans les Vosges hercyniennes des venues métallifères dont les exploitations furent autrefois très prospères (R. WEIL et M. JAROVY). Les plus célèbres d'entre elles furent les mines d'argent et de plomb de Ste-Marie-aux-Mines ; elles étaient florissantes aux <sup>xvi</sup><sup>e</sup> et <sup>xvii</sup><sup>e</sup> siècles ; — les mines de cuivre, zinc, plomb et argent d'Urbeis étaient importantes au <sup>xvi</sup><sup>e</sup> siècle et celles de Giromagny au <sup>xviii</sup><sup>e</sup> siècle ; — les mines de fer de Framont étaient comptées parmi les plus riches de France au début du <sup>xix</sup><sup>e</sup> siècle. Toutes ces mines sont actuellement épuisées ou abandonnées ; des essais de remises en exploitation faits au milieu du <sup>xix</sup><sup>e</sup> siècle, et plus récemment encore, ont échoué. La zone centrale des massifs de vieux gneiss apparaît dans l'ensemble des Vosges comme la plus riche en venues métallifères, autour de La Croix-aux-Mines, Ste Marie-aux-Mines, Ste Croix-aux-Mines, Urbeis. On y rencontre argent (natif, proustite, argyrite), cuivre (cuivre gris, chalcopryrite, malachite, azurite), plomb (galène), zinc (blende), cobalt (smaltite), avec arsenic, antimoine, en sels propres ou combinés aux métaux précédents, et en outre, associations de fer, fluorine, barytine.

Au Sud des Vosges, existe en un massif schisto-grauwackeux dinantien, une autre région importante de minéralisation à Ternuay, Fresse, Plancherles-Mines, Auxelles, Giromagny. Bien qu'un peu moins riches en gîtes métalliques que celles des Vosges centrales, les venues métallifères des Vosges méridionales offrent sensiblement les mêmes associations métalliques que les premières : cuivre, plomb, argent, zinc rare, avec fer, arsenic, antimoine, soufre. C'est également dans la série schisto-grauwackeuse dinantienne que gisent les venues métallifères (cuivre, argent, plomb) de la haute vallée de Masevaux, des environs de Urbes, St-Amarin et Moosch, du Silberthal de Steinbach-les-Thann, de la vallée de la Lauch. Aux environs de Munster, les venues métalliques sont dans le granite hercynien. La minéralisation est donc nettement post-hercynienne.

Certains minerais de fer intercalés dans la série schisto-grauwackeuse, au voisinage des masses calcaires, sont peut-être simplement sédimentaires. D'autres ont l'allure de filons dans les grauwackes ou les granites hercyniens ; ils sont parfois en relation avec des venues de minette ou des gites cupriques. On en observe un peu partout dans les Vosges méridionales, à l'état d'oligiste, parfois de magnétite. A Rothau, les filons sont surtout d'oligiste ou d'hématite. A Framont, à l'oligiste et autres minerais ferrugineux, sont associés le cuivre (cuivre gris, chalcopryrite) et le plomb (galène).

Le filon de manganèse de Dambach est assez isolé des autres ; il se présente dans le granite du Kalberhugel à Dambach et comporte de la braunite et des oxydes de manganèse ; il fut exploité autrefois par des verriers.

Les filons de barytine sont nombreux dans les Vosges hercyniennes. Celui de Rombach près de Ste Croix-aux-Mines est assez important pour être encore exploité ; il ne diffère pas de filons analogues occupant des failles récentes.

Un chapitre spécial sera réservé à la prospection des gites uranifères en Alsace.

## B. — Permien.

A Triembach, le grès permien supérieur a livré au lieu dit « Mine d'argent » des minerais de cuivre.

## C. — Grès des Vosges.

Le gîte le plus remarquable en Alsace est celui du Katzenthal près de Lembach (Bas-Rhin). Sous un chapeau de fer préalablement extrait, on a exploité un minerai de plomb argentifère (galène, pyromorphite), avec zinc (blende, calamine), cuivre (azurite, malachite), manganèse (psilomélane), barytine.

A Windstein, un filon livre galène et barytine. A Osenbach, au Gulden Asel, près de Soultzmatt (Haut-Rhin), un filon de quartz a été exploité pour le cuivre qui lui était associé en forte proportion : (cuivre gris, chalcopryrite, azurite, malachite). A Guebwiller, un filon a fourni du cuivre (azurite, malachite).

#### D. — **Muschelkalk.**

Au Tempelhof, à Bergheim, le Muschelkalk contient de la fluorine et de la barytine.

#### E. — **Tertiaire.**

Beaucoup de filons de barytine occupent des failles tertiaires ; un important filon de calcite à Ferrette comble également une faille qui a joué durant le Tertiaire.

Entre Orschwiller et St-Hippolyte, au Silberloch, un filon de fluorine et de barytine avec galène et blende, quartz et calcite, appuyé contre les gneiss et les granites d'un côté, sert de plan de faille vosgienne de l'autre ; il a toutefois dû pénétrer dans le terrain secondaire, car il présente des articles d'encrines ; il contient en outre des imprégnations bitumineuses, gagnées sans doute pendant ou après l'Oligocène. Il semble qu'on ait là un filon d'âge secondaire qui a servi de plan de faille tertiaire.

#### AGE DES VENUES MÉTALLIFÈRES VOSGIENNES.

Ces venues sont nécessairement post-hercyniennes. Certaines sont post-triasiques, mais il est difficile d'affirmer qu'elles le sont toutes. Le fait que les principaux gîtes sont localisés dans les Vosges hercyniennes permet de supposer qu'il y eut une venue métallifère importante à la faveur de fractures immédiatement post-hercyniennes, en relation avec le batholithe granitique installé. On peut alors penser que plus tard, grâce aux mouvements cimmériens, certaines des failles nouvellement ouvertes furent comblées de produits riches en métaux repris aux filons préalables. C'est un fait que les failles tertiaires ne furent plus minéralisées par des venues métalliques. Plus au Nord, en Lorraine, en Luxembourg et en Belgique, les dernières venues métallifères sont également cimmériennes post-crétacées.

## X. — PROSPECTION DES GITES URANIFERES EN ALSACE

---

Depuis 1950 le Commissariat à l'Énergie atomique a fait procéder en Alsace à des recherches sur les gîtes uranifères. M. A. CARLIER, Chef de la Mission Géologique des Vosges à St-Hippolyte a bien voulu résumer pour ce Mémoire les différentes données acquises en 1955 : d'une part, une étude sur le lambeau houiller uranifère du Schaentzel, — d'autre part, des notions sur divers indices uranifères découverts dans les Vosges. Ces données font l'objet d'une étude détaillée qui paraîtra dans le Bulletin du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine (A. GRIMBERT et A. CARLIER).

### A. — LE LAMBEAU HOULLER URANIFÈRE DU SCHAENTZEL PRÈS DE ST-HIPPOLYTE (HAUT-RHIN)

#### Généralités.

Les schistes houillers du Schaentzel, dont la radioactivité a été découverte en 1951 par M. BERTHELET, prospecteur du Commissariat à l'Énergie atomique, M. A. GRIMBERT étant Chef de Mission, font partie d'un ensemble de témoins houillers groupés dans une zone de faible extension, 150 km<sup>2</sup>, dans le quadrilatère Rodern, Villé, col du Bonhomme, Lubine (fig. 3) ; le centre de ce quadrilatère est à 24 km. au NNE de Colmar. Comme ailleurs, cette partie du versant alsacien des Vosges hercyniennes est une région à relief accentué, rajeuni par l'effondrement oligocène de la vallée du Rhin.

Au Westphalien moyen existait dans la région de St-Hippolyte un lac où se sont déposés des arkoses, puis des schistes charbonneux. Un mou-

vement de bascule au Stéphanien supérieur a rejeté le lac vers le Nord dans la région de Villé, tandis que les dépôts houillers précédents étaient érodés, à l'exception de quelques lambeaux encastrés dans le socle granito-gneissique par des failles contemporaines du mouvement de bascule. Les grès permien et triasiques sont venus en discordance sur ces témoins houillers.

### **Description du lambeau houiller du Schaentzel.**

En dépit de la rareté des affleurements, le lambeau houiller du Schaentzel (4 km. à l'W de St-Hippolyte) est actuellement bien connu car il a fait l'objet en 1953 d'une campagne de sondages systématiques à la maille de 50 m. (fig. 4). Les formations rencontrées ont été :

- a) les grès permo-triasiques (max. 35 m.).
- b) les schistes houillers (max. 50 m.), de teinte noire, finement lités. La roche est constituée d'une pâte sombre de matières organique et argileuse (kaolinite + illite), englobant des grains, non discernables à l'œil nu, de quartz, mica et chlorite. La houille rare apparaît en fines lentilles ; la pyrite est abondante. Les caractères des schistes varient rapidement d'un niveau à l'autre, ainsi que latéralement.
- c) les arkoses (max. 50 m.), matériau de comblement rapide de puissance variable.
- d) le granite (granite des Crêtes) : relief fossile, fortement accidenté.

La structure du lambeau du Schaentzel (fig. 5) est simple : le Houiller épouse, au sein du granite porphyroïde, approximativement la forme d'un fond de bateau allongé NNW-SSE. Le flanc Est remonte moins brutalement (20 gr.) que le flanc Ouest qui s'appuie sur une faille (F 1) pentée à 60 gr. Ce bassin de 1 km. de long affleure sur environ 15 hectares. Le pendage général des couches est faible (20 gr. vers WSW). Des failles (F<sub>4</sub> et F<sub>7</sub>), transversales à l'allongement du bassin, affaissent le lambeau en marches d'escalier vers le Sud.

### **Répartition de l'uranium.**

1° — *La radioactivité est localisée dans les schistes où la minéralisation uranifère n'est d'ailleurs pas visible, même en lames minces ou en sections*

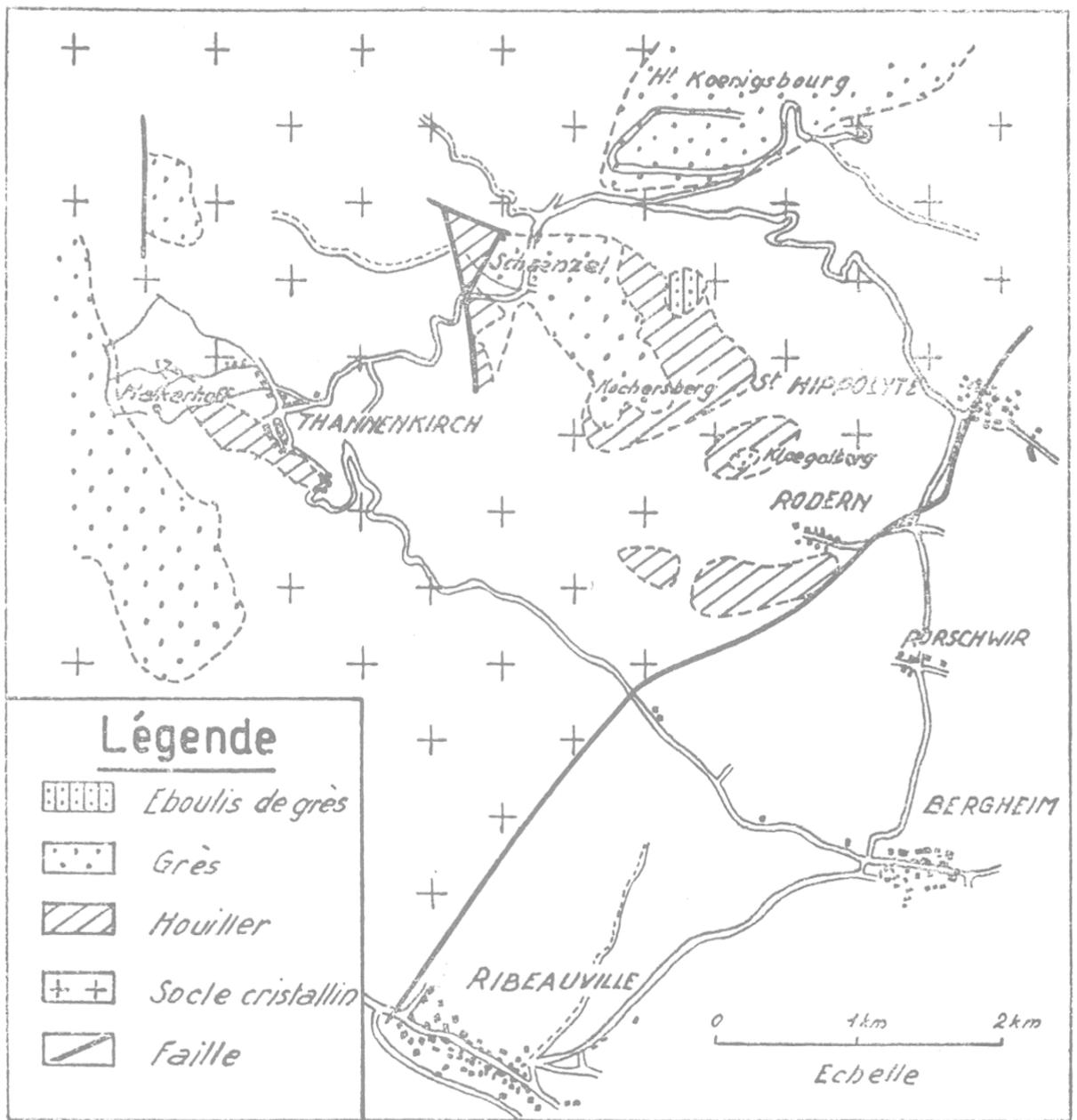


Fig. 3. — Plan de situation du lambeau houiller du Schaentzel (A. CARLIER).

polies. Les plaques Ilford montrent l'existence d'inclusions uranifères (1/10 de mm. au maximum) dans des lits extrêmement minces, presque toujours parallèles à la schistosité. Sans connaître la nature de la minéralisation, on sait qu'il s'agit d'uranium et non de thorium. En gros on peut dire que l'uranium se situe généralement dans des schistes fins et noirs, mais cette règle souffre de multiples exceptions. Les études de laboratoire qui se poursuivent actuellement n'ont pas encore montré de relation de l'uranium, ni avec les autres éléments, ni avec les propriétés physiques de la roche.

2° — L'uranium n'est pas distribué d'une façon quelconque dans ces schistes ; une corrélation évidente existe avec la tectonique, ou plus précisément avec la seule faille hercynienne du Schaentzel : *la faille F<sub>1</sub> qui joue un rôle essentiel dans la répartition actuelle de l'uranium.* Pratiquement, les fortes teneurs débutent à 2 ou 3 m. de cette faille, augmentent encore en s'éloignant jusqu'à 25 m., puis décroissent régulièrement. Par contre, il n'existe pas de relation continue entre la radioactivité et la stratigraphie, ni de loi de répartition verticale.

3° — Sur le plan régional, il est à noter que les lambeaux houillers méridionaux (Schaentzel, St-Hippolyte, Thannenkirch), qui sont les plus anciens (Westphalien moyen), sont les seuls à être minéralisés. La mise en place de l'uranium peut donc avoir une relation : soit avec le lieu (les trois lambeaux sont très voisins), soit avec l'époque de sédimentation.

### **Origine de la minéralisation uranifère.**

Deux hypothèses peuvent être envisagées :

1° — *Minéralisation uranifère contemporaine de la sédimentation.* L'uranium proviendrait de la démolition des granites environnants et aurait été fixé, soit par la matière organique, soit par la matière argileuse des schistes. L'enrichissement en uranium à proximité de la faille hercynienne s'expliquerait par un lessivage latéral des schistes, lors de l'exondation du Stéphanien supérieur.

2° — *Minéralisation uranifère postérieure à la sédimentation.* La faille F<sub>1</sub> aurait été : soit le drain d'un lessivage des granites situés à proximité de la faille, — soit la voie d'accès d'une venue hydrothermale uranifère, dans une période proche de l'Hercynien, période où l'activité profonde, était générale. La présence (d'ailleurs exceptionnelle) dans les schistes

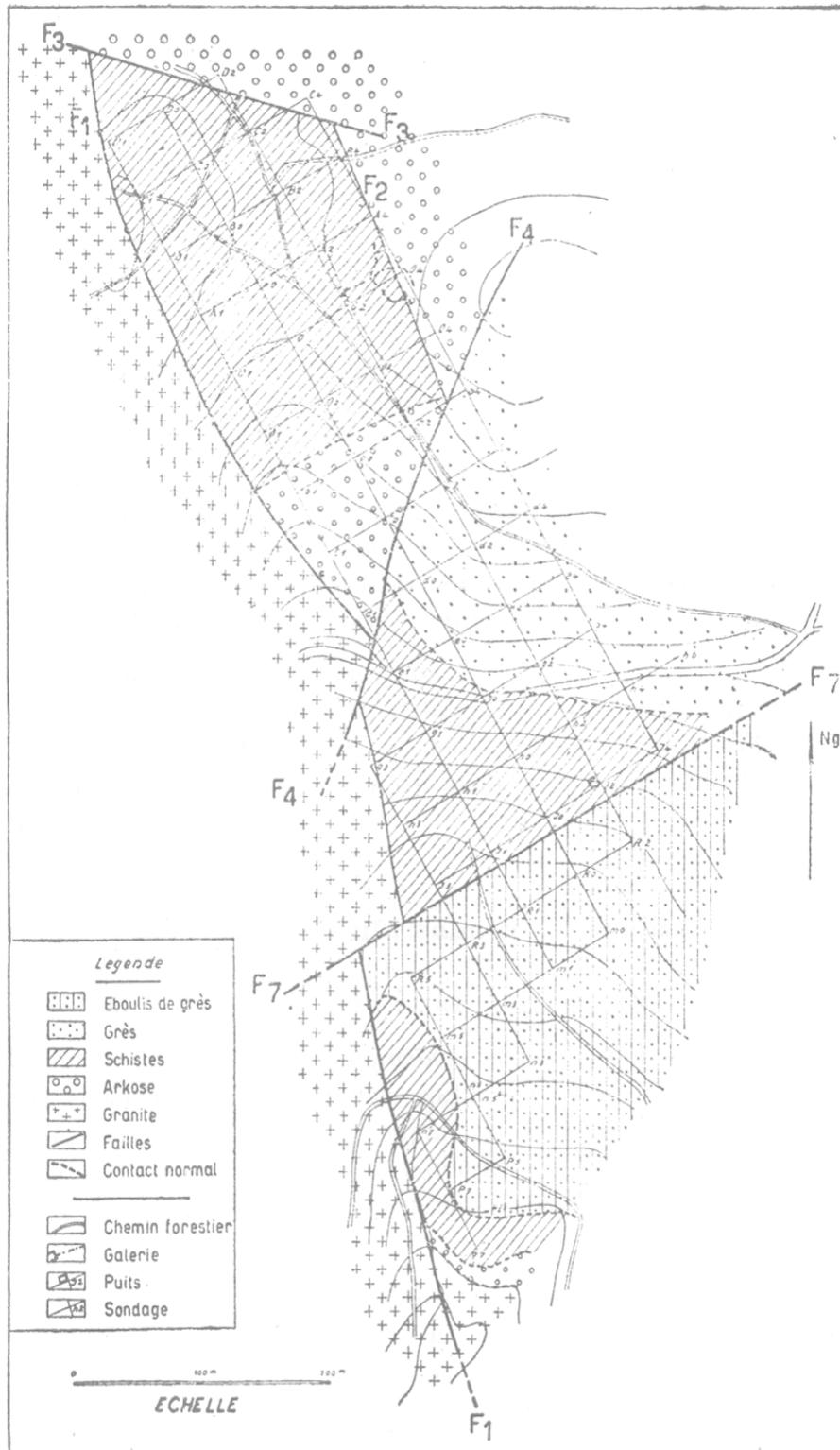


Fig. 4. — Carte géologique du lambeau houiller uranifère du Schaentzel (A. CARLIER).

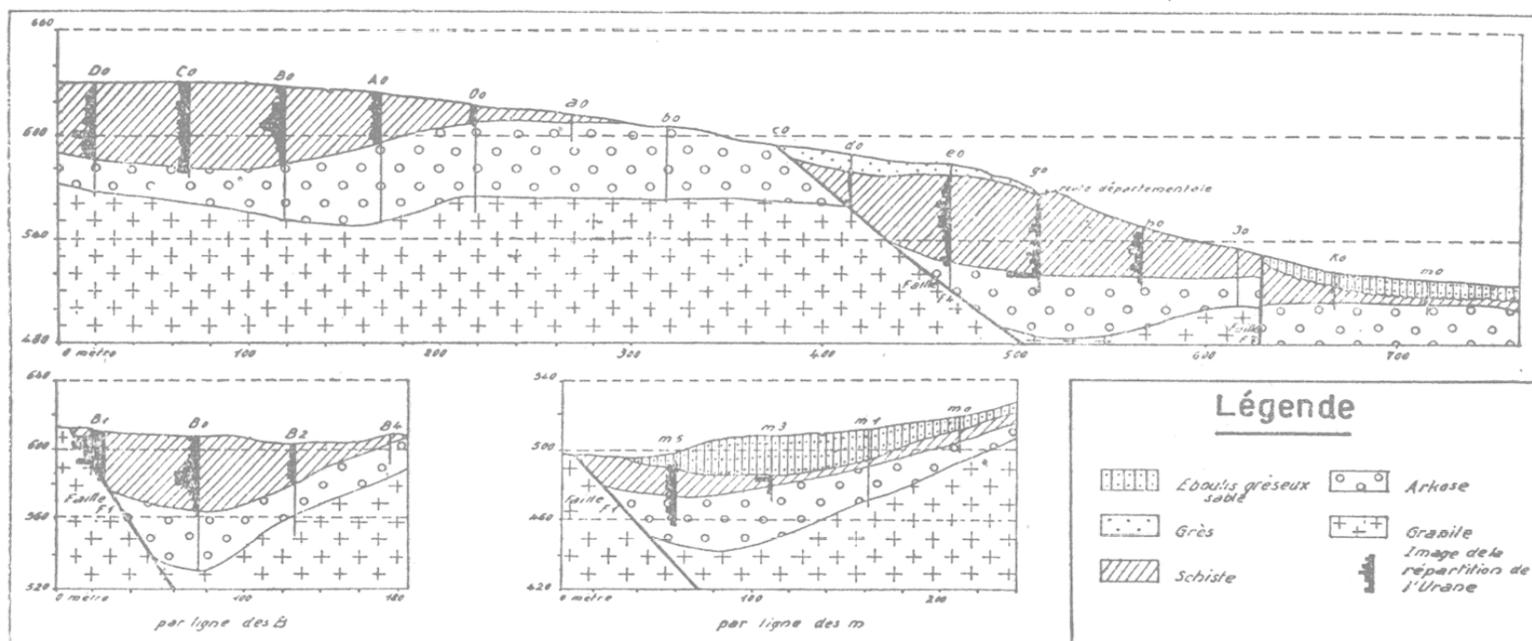


Fig. 5. — Coupes longitudinale et transversales du lambeau houiller uranifère du Schaentzel (A. CABLIER).

Les segments verticaux équidistants de 50 m. représentent les sondages.

de blende, galène, chalcopryrite et mispickel, ainsi que le voisinage de Ste Marie-aux-Mines dont les minéralisations présentent des paragenèses et des conditions de gisement semblables à celles de l'Erz Gebirge, renforcent cette dernière hypothèse. Dans tous les cas, il reste à préciser le processus de la fixation de l'uranium par les schistes houillers. Plusieurs études sont en cours.

### Conclusion.

Sur le plan économique, les sondages du Schaentzel ont révélé un tonnage d'uranium très important. Le succès de cette campagne a attiré l'attention sur les lambeaux voisins dont l'un semble encore plus intéressant. Signalons enfin que ces recherches du Commissariat à l'Énergie atomique dans les Vosges ont révélé pour la première fois en France l'existence de gîtes uranifères importants dans des dépôts houillers non marins.

#### B. — INDICES URANIFÈRES DÉCOUVERTS DANS LES VOSGES PAR LES MISSIONS DU COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE.

1° — Dans la région du Ballon d'Alsace, les sources de la Savoureuse ont une eau dont la radioactivité atteint le quadruple de la radioactivité des granites environnants. On attribue cette activité au lessivage des granites dont la teneur en uranium est d'ailleurs anormalement forte.

2° — A 1,5 km au N du Val d'Ajol, au SE de la Feuille Dorothée, M. ZIEGLER a reconnu de l'autunite dans les argilolites permienes. L'origine de cette minéralisation n'est pas connue.

3° — Dans la région de Château-Lambert, à 500 m. au NW de cette localité, certaines haldes d'anciennes exploitations minières de cuivre et de molybdène, proches de la Tête du Midi, ont révélé la présence de brannérite et d'uraninite dans une pegmatite à molybdène, au sein d'un petit massif de roches basiques (découverte également de M. ZIEGLER).

4° — Enfin dans la vallée de la Thur, à Kruth, M. BERTHELET a découvert en 1952, M. A. GRIMBERT étant Chef de Mission, un filon de quartz contenant de la pechblende. Le filon est situé à 1 km. à l'W de Kruth, dans le talus de la route de Kruth à Ventron (falaise de la rive droite de la Thur). La roche encaissante est le granite. La minéralisation est sans doute en relation avec le grand accident qui affecte la vallée et qui met à niveau les formations sédimentaires (Tournaisien) de la rive Nord avec le granite de la rive Sud. Sur le plan métallogénique, il est intéressant de noter, associés à la pechblende, en quantités microscopiques, des sulfures (blende, pyrite, galène et chalcoppyrite) et de la loellingite nickelifère et cobaltifère. Ces accompagnateurs sont des indices très favorables. Les travaux (120 m. de galeries et 8 sondages) ont malheureusement montré l'arrêt rapide de la minéralisation. En dehors de la poche localisée dans la bordure de la route, le filon de quartz est stérile sur toute la longueur reconnue (environ 80 m.). La pechblende de Kruth n'en demeure pas moins un indice de valeur régionale qui pourrait être un jour le départ d'une nouvelle et plus fructueuse campagne de prospection.

---

## XI. — EXPLOITATIONS, MINES ET CARRIERES

---

### ANCIENNES EXPLOITATIONS.

Les mines les plus célèbres d'Alsace furent longtemps celles de Ste Marie-aux-Mines. On y exploitait, ainsi que dans quelques autres localités des Vosges, surtout du plomb argentifère et les minéraux associés des gîtes filoniens. Toutes ces exploitations sont arrêtées.

L'orpillage dans les alluvions rhénanes ne se pratique plus depuis un siècle. Les granites, s'ils sont quelque peu quartzeux, peuvent contenir de l'or en très faible quantité, notamment à Châtenois ; la rentabilité est quasi nulle. L'or du Rhin, de célébrité wagnérienne, issu de sédiments suisses provenant eux-mêmes des Alpes, est entraîné par les cours d'eau jusqu'au Rhin ; ses paillettes échouaient en plaine rhénane à la faveur du ralentissement du courant traversant cette plaine. Les paillettes se trouvaient parmi les cailloux et graviers abandonnés par le fleuve. L'orpillage pratiqué depuis toute antiquité était encore en pleine activité au début du XIX<sup>e</sup> siècle ; il s'effectuait en automne et hiver, aux basses eaux, surtout entre Strasbourg et Philippsbourg (M. SCHWARZMANN). La rectification du cours du fleuve lui a donné un coup mortel, en supprimant de nombreux méandres et en réactivant le courant.

Le minerai de fer fut autrefois une des richesses de l'Alsace : les principaux centres d'exploitation étaient Framont (à Grandfontaine) et Rothau (gîtes dans le Dévono-Dinantien de la Bruche et la région granitique du Champ du Feu), Châtenois, en Belfortais (mines exploitant du Sidérolithique remanié à la base de l'Oligocène) et les environs de Reichshoffen (petites exploitations de mine plate ou Blättelerz à la base des limons quaternaires). Tous ces gisements sont ou épuisés ou abandonnés. Les gîtes de manganèse de la région granitique de Dambach furent toujours insignifiants.

La poussière résultant de l'altération des filons de minette était utilisée

par les anciens mineurs des Vosges pour bourrer les cartouches de mines, d'où le nom de la roche.

La **houille** des petits paquets houillers des Vosges (St-Hippolyte, Lalaye, Villé) eut quelque importance il y a un siècle, mais il n'en est plus question aujourd'hui.

Le **lignite** de la base du Lutétien exploité à Bouxwiller (Bas-Rhin) par mine, d'abord comme combustible, puis comme cendres pyriteuses (sources de sulfates et d'alun) est maintenant hors d'usage ; il est à l'origine de l'industrie chimique à Bouxwiller.

L'**asphalte** était exploité depuis 1809 à Lobsann, en bordure du horst du Hochwald, imprégnant des calcaires de l'Oligocène inférieur. La mine activement exploitée jusqu'à la dernière guerre pour la confection des chaussées bitumées est maintenant épuisée.

Les **tourbières** n'ont jamais été l'objet d'extractions très actives, sauf en périodes de pénurie de combustibles.

Le **sel** du Muschelkalk de « Krummes Elsass » (Saltzbronn) n'est à mentionner que pour mémoire. Les vieilles salines de Soultz-sous-Forêts où le sel était extrait d'eaux salées naturelles sont oubliées depuis longtemps ; provenant de l'Oligocène, leur eau-mère contenait du brome et de l'iode.

Les gisements de **calcaires** dévoniens exploités à Russ et à Wackembach, sont maintenant épuisés. On en observe de beaux exemples à l'église de Russ (marches du chœur et autel présentant un beau poli de marbre) et à Strasbourg (colonnes du hall d'entrée de la Préfecture). Les marbres **cipolins** de St-Philippe près de Ste Marie-aux-Mines ne sont plus utilisés maintenant comme marbres.

Jusqu'aux environs de 1900, des fabriques de **billes** à jouer pour enfants installées à Wasselonne (Schnellenmühle), Thal-Marmoutier, Steinbourg, Oberhaslach utilisaient le Muschelkalk et le calcaire à Gryphées ; leur production était utilisée dans la France entière.

Le grès vosgien désagrégé en sable était la matière première utilisée comme **sable de verrerie**. Il y eut autrefois des verreries dans toute la forêt vosgienne qui fournissait le bois de chauffage. La Grande Verrerie et la Petite Verrerie, hameaux de la vallée du Strengbach près de Ribeauvillé, furent effectivement des verreries installées sur la plate-forme post-hercynienne au pied de la côte de grès vosgien. Les verreries ont été florissantes ; elles le sont encore en partie, surtout en Lorraine gréseuse, près de la limite du département du Bas-Rhin.

## EXPLOITATIONS ACTUELLES.

La **houille** du bassin de Ronchamp est encore activement exploitée.

Le **sel de potasse** (une des principales richesses de l'Alsace) est exploité dans les mines du Haut-Rhin, près de Mulhouse, par les Mines Domaniales de Potasse d'Alsace. Le sel, plus ou moins purifié, transformé ou mélangé, est vendu comme engrais ; la présence de bromures dans le gisement a permis le montage d'usines extractives de brome.

Le **pétrole** est exploité en Basse Alsace dans le champ de Pechelbronn qui s'étend au Nord de Strasbourg jusqu'auprès de Wissembourg ; l'exploitation se fait par forages et galeries de mines autrefois dans les couches bitumineuses elles-mêmes, maintenant dans les couches stériles avec petits sondages au mur et au toit vers les bancs bitumineux.

La **barytine** est une des rares roches filoniennes encore exploitées dans le granite porphyroïde sur le versant Nord de la vallée de la Liepvette. En raison de sa forte densité, elle est utilisée comme matière de remplacement dans les produits poudreux blancs : papier baryte, lithopone pour la peinture en bâtiment, céramique et verrerie, linoleums. En pyrotechnie, elle donne des flammes vertes.

Les carrières de  **pierre à bâtir**  sont nombreuses. Les pierres les plus renommées proviennent du grès triasique inférieur, pierres de gros œuvre : grès des Vosges, — pierres de fine sculpture : grès à *Voltzia* ; on en a fait les belles églises, châteaux et palais de grès rose qui sont une des richesses monumentales de la France de l'Est ; leur exploitation n'est pas arrêtée encore, malgré la concurrence du ciment armé.

Le plus bel exemple de construction en grès des Vosges est la masse imposante de la cathédrale de Strasbourg. Beaucoup de carrières du Kronthal et des environs de Molsheim semblent avoir été mises à contribution à cet effet : nombre d'entre elles se disaient Liebfraugrube ou carrière Notre-Dame.

La résistance du grès des Vosges n'est pas à mettre en doute, étant donné l'âge de la cathédrale. Néanmoins, vues de près, beaucoup de ses pierres de taille montrent une attaque prononcée par les agents atmosphériques : la stratification entrecroisée de la roche est mise en évidence de façon souvent excessive.

Les grès bigarrés à *Voltzia* et les grès de Ruaux roses et gris blancs ont été largement utilisés, car la finesse de leur grain les rend aptes à subir des travaux de fine sculpture remarquables. On en jugera par le monde de statues des différents portails de la cathédrale de Strasbourg, vierges folles et vierges sages, empereurs et saints, pilier des anges. Le grès à *Voltzia* n'a pas non plus résisté aux injures atmosphériques ; certaines statues de la cathédrale ont dû être remplacées par des copies : on peut s'en rendre compte au Musée de l'Œuvre Notre-Dame.

On emploie pour les monuments funéraires ou les socles de statues : le granite des crêtes à grands cristaux d'orthose d'un gris sévère, le granite d'Andlau et celui du Ballon d'Alsace à grands cristaux d'orthose rose, les diorites ; certains granites à amphibole, bien que quartzeux, sont vendus sous le nom commercial de Syénites des Vosges.

Le grès de Champenay à couches alternées roses et blanches est exploité très localement à Plaine, Champenay, et auprès de la route du col du Hantz. Il est utilisé comme pierre de revêtement : par exemple à Strasbourg, l'Office Municipal de Placement, la colonnade et les arcades de la rue de la 1<sup>re</sup> Armée, le soubassement de la petite statue du Siffleur de mésange de la place St-Etienne. On en fait également des pierres d'évier, des bordures de trottoirs, des bornes métriques.

Le grès de Champenay saxonien et le grès bigarré vaslénien sont parfois employés pour la taille des pierres à meuler.

Le conglomérat de Ste-Odile du Savernien supérieur, rouge avec ses galets quartzeux, peut être un élément de décoration rustique, soit en blocaille (socle de calvaire ou de croix, bordure d'allées de jardin), soit en dalle : on dresse alors généralement la couche en paroi verticale (monument funéraire du Maire Kuss au cimetière St-Hélène à Strasbourg).

La molasse de Rouffach est un grès oligocène inférieur (Sannoisien), susceptible d'une taille très fine ; les sculptures de la Collégiale de Colmar, de l'église de Rouffach et de la Collégiale St-Thiébauld à Thann en sont le meilleur exemple ; il n'est plus actuellement exploité car le gisement est épuisé.

On exploite encore comme pierre à bâtir, plus ou moins riche ou solide : certaines roches schisto-cristallines, les grauwackes et roches éruptives associées, les granites et roches magmatiques, les basaltes et rhyolites permien, le Muschelsandstein, les calcaires du Muschelkalk et de l'Oolithe, les grès et calcaires oligocènes, notamment le Haustein d'Altkirch, les blocailles des éboulis et moraines, les gros blocs des masses alluvionnaires.

Ces mêmes roches servent aussi pour l'empierrement des routes (prin-

cipalement les grauwackes et roches associées). Les cipolins sont également mis en exploitation comme **matériaux d'empierrement**, ainsi que les galets des poudingues oligocènes et les galets alluvionnaires des terrasses, de la plaine alluviale et du lit du Rhin.

Les grands centres de carrières exploitées pour **Pierre à ballast** de voies ferrées sont la vallée de la Lauter (à Weiler près Wissembourg), la vallée de la Bruche, le val d'Ottrott, — St-Nabor, le val de Liepvre, le val du Strengbach de Ribeauvillé, la vallée de la Lauch, la vallée de Thann, la vallée de Masevaux. En dehors de roches gneissiques (val de Liepvre), on recherche surtout dans ces carrières les grauwackes et les roches éruptives de même âge, les granites et leurs roches compagnes, les unes et les autres d'âge dinantien. En réalité une variété extraordinaire de roches constitue ce matériau.

En ville, les **bordures de trottoirs** sont fréquemment faites de granites porphyroïdes à grands cristaux de feldspaths. Il en est de même des marches des escaliers menant aux quais de la gare centrale de Strasbourg ; les escaliers des quais 1 à 4 montrent de très gros feldspaths souvent zonés ; l'escalier du quai 5 (plus récent) est fait de granite à grain fin.

Les **galets et graviers** alluviaux sont activement recherchés maintenant auprès des villes en vue de la construction en béton. Un recensement datant de 1952 signale en activité 93 sablières-gravières en Bas-Rhin, 62 en Haut-Rhin. Les sables pliocènes blancs, les sables alluviaux gris rhénans et rouges vosgiens sont partout exploités.

Beaucoup des roches précédemment citées, pourvu qu'elles soient dures et de coloration franche, servent comme éléments de pierres reconstituées, agglomérées et analogues.

Les principales **pierres à chaux** — hors les cipolins et calcaires dévoniens généralement délaissés — proviennent du Muschelkalk, du Lias à Gryphées, de l'Oolithique, de l'Eocène ; certaines d'entre elles, après mélange, deviennent pierres à ciment, ainsi que les marnes oligocènes d'Altkirch.

L'art **céramique** est très ancien, ayant débuté un peu partout en Alsace au Néolithique et pris une grande extension dès l'époque gallo-romaine et au moyen-âge. Par la suite une concurrence sérieuse lui fut faite par le verre et les métaux ou leurs alliages ; de nos jours les substances plastiques artificielles les remplacent en partie. Les centres actuels de poteries et faïences sont Niederbetschdorf et Soufflenheim, utilisant les argiles oligocènes et pliocènes. Certaines argiles pliocènes de Haguenau, décalcifiées, sont réfractaires.

Divers niveaux du Keuper en Basse-Alsace et de l'Oligocène en Haute-Alsace, à gypse ou anhydrite et gypse, donnent une  **pierre à plâtre**  (Waltenheim, Balbronn, Flexbourg, Bergheim, Riquewih).

Le loess est encore recherché dans maints villages comme terre à pisé pour réparer les murailles des vieilles maisons ; il est surtout utilisé après mélange avec les lehms qui l'accompagnent, pour la cuisson de la brique et des petites tuiles plates alsaciennes ; parmi les autres terres à  **briques**  et à  **tuiles** , les plus activement exploitées sont les argiles plus ou moins sableuses de l'Oligocène du Sundgau et du Pliocène de Basse-Alsace.

Les seuls terrains  **ardoisiers**  proviennent du Dinantien (Viséen) du massif dévono-dinantien de la Bruche. L'ardoise du Schieferthal au pied de la Nideck est grise ; l'ardoise de la Crache près du village des Minières à Grandfontaine est rouge ou gris foncé. En montagne, dans le massif des Ballons, on utilise les blocs de schistes pour alourdir les toits des fermes ou des granges et empêcher la couverture d'être emportée par le vent.

On amende les terres de cultures d'Alsace en leur apportant les ingrédients chimiques manquant au sol. Le plâtre fut largement utilisé, de même que les calcaires, marno-calcaires et dolomies. Ainsi les terres trop argileuses ou trop sableuses du Saxonien, du Trias, du Lias ou du Jurassique supérieur sont souvent amendées, s'il est possible, en transportant du voisinage des Gryphées arquées. Les sables alluviaux pliocènes décalcifiés sont amendés grâce à des calcaires ou des marnes. Les engrais vendus par la Société Commerciale des Potasses d'Alsace servent en même temps d' **amendements** .

## XII. — HYDROLOGIE

---

Les ressources en eau potable de l'Alsace varient considérablement suivant les différentes régions :

### 1° — *Montagnes vosgiennes centrales et méridionales.*

Elles sont formées essentiellement de roches d'âge primaire, toutes fort durcies et pratiquement imperméables à l'eau, sauf par des fissures réticulaires, souvent subverticales, et qu'il est difficile, sinon impossible, de déceler en surface. Il est généralement impraticable de les explorer par des forages verticaux. Seuls les tunnels ont chance de traverser les fissures et de drainer alors des quantités d'eau appréciables, encore que toutes les roches ne soient pas également fissurées. Dans le tunnel de Ste-Marie-aux-Mines à Lubine par exemple, le granite est largement aquifère, le gneiss l'est peu ou pas. Dans le tunnel de Wesserling à Bussang, les grauwackes ont livré beaucoup d'eau. En général les grauwackes sont plus ou moins fissurées, les schistes ne le sont pas.

Au voisinage de la surface, l'ensemble de ces roches est compact et imperméable, avec toutefois une zone superficielle fragmentée en petites esquilles ou arènes perméables. Des niveaux d'eau superficiels s'y installent, retenus par la roche imperméable. S'il pleut beaucoup, comme c'est généralement le cas en montagne, les sources sont nombreuses. Les eaux acides ou voisines de la neutralité, assez douces, sont bactériologiquement pures sous la protection forestière, si toutefois il n'existe pas de cause locale de pollution, telles que des métairies. La quantité d'eau tombée à l'état de neige aide à la régularité des sources de montagne qui sont parmi les meilleures d'Alsace, surtout celles au voisinage des crêtes ; on peut aisément les capter et en amener l'eau par gravité. Malheureusement la plupart des sources favorables des Vosges alsaciennes sont déjà captées.

Dans ces régions, on peut aussi exploiter les eaux des lacs et des cirques glaciaires, retenues souvent par des digues, dans la faible mesure où elles ne sont pas indispensables à l'irrigation des prairies (à l'exception toutefois de celles des lacs Blanc et Noir, alimentant une usine hydroélectrique, et soumises à un brassage continu qui contribue à les charger de vases en suspension). Ces eaux doivent de toute manière être épurées. La ville de Munster est ainsi en partie alimentée par l'étang de Rothried.

Dans les Vosges centrales et méridionales, existent quelques étroites montagnes de grès vosgien, plantées sur la masse de roches anciennes, telles que le Climont, le Taennchel, le Grand-Hohnack, le Petit-Hohnack. Elles offrent à leur base un cercle de sources, dont les eaux ont le caractère de celles des Vosges gréseuses, et qui sont presque toutes utilisées.

Les petits bassins houillers de Roderen, St-Hippolyte, le Hury ne peuvent livrer que d'insignifiantes quantités d'une eau souvent contaminable par d'anciennes galeries d'exploitation maintenant abandonnées.

Les roches permienes (au Nord de la Bruche, au bas du Donon, aux environs de Villé et au pied du Climont), volcaniques et sédimentaires, gréseuses ou schisteuses, sont diversement perméables ; leurs réserves d'eau sont peu importantes.

La recherche d'eau dans les éboulis et dans les dépôts glaciaires ne paraît pas être de fort rendement dans les Hautes-Vosges alsaciennes. Celle de l'eau dans les alluvions des vallées donne parfois des résultats peu abondants, quoique appréciables, par exemple dans le val de Villé, dans les vallées de la Fecht et de la Doller.

## 2° — Vosges septentrionales et gréseuses.

A l'exception de petits affleurements granitiques (près de Windstein) ou grauwackeux (à Weiler, près de Wissembourg), ces montagnes sont entièrement en grès vosgien, stratifié et entremêlé de lits argileux ou conglomératiques. Les fissures y sont nombreuses, colmatées par du sable perméable et filtrant parfaitement les eaux qui y circulent. Les précipitations atmosphériques sont abondantes. La couverture forestière constitue une protection naturelle parfaite des niveaux aquifères déterminés par quelques bancs durs ou argileux. Les eaux sont bactériologiquement très pures, très douces, peu minéralisées, mais acides et corrodantes pour les conduites. Elles doivent être corrigées par calcification, assurée presque toujours par le filtre à marbre, dont l'entretien est quelquefois sujet à

critique. Les eaux de ce domaine paraissent inépuisables au premier examen ; mais toutes les sources de quelque importance sont déjà captées.

Les forages dans la masse du grès ne rendent pas toujours ce qu'on pourrait en espérer, en raison de la compacité de nombreux bancs du grès ou de la finesse de leur grain.

Des captages ont été essayés dans les alluvions sableuses des vallées.

### 3<sup>o</sup> — *Collines sous-vosgiennes.*

Elles s'étendent au pied des Vosges méridionales et septentrionales. Tous les terrains triasiques, une grande partie des terrains jurassiques ainsi qu'un peu de Tertiaire Eocène et Oligocène y sont représentés. Les bassins aquifères très morcelés par les failles ont, de ce fait, des réserves très limitées, émettant de-ci, de-là des sources souvent contaminables car la région est très habitée et très cultivée. On a pu cependant capter quelques belles sources bien protégées dans les petits massifs gréseux, telles celles du pied du Hochwald.

On y a fait quelques forages de rendement variable, par exemple à Wangen, Westhoffen. Mais de tels forages ne peuvent être trop multipliés en raison de la faible étendue des bassins de réception. L'eau obtenue a tous les caractères de celle des Vosges gréseuses. Les forages établis en vue de l'alimentation en eau potable de Molsheim et de nombreuses communes avoisinantes ont touché le grès vosgien aquifère au pied de la colline entre Molsheim et Mutzig ; ils sont d'un bon rendement. En revanche, des forages tentés sur la partie orientale du Hochwald ont traversé du grès aquifère à grain très fin, avec sable mouvant, dont on a renoncé finalement à extraire l'eau.

Les massifs calcaires triasiques, jurassiques et éocènes sont toujours suspects quant à la possibilité de contamination de leur eau d'ailleurs très dure. Certaines communes sont pourtant obligées d'avoir recours à cette eau : par exemple la ville de Bouxwiller, dont les ressources en eau comportaient autrefois deux sources, l'une supérieure issue du calcaire éocène et captée sous le cimetière catholique et au voisinage d'une carrière, l'autre inférieure issue du calcaire jurassique et contaminable par toute la ville. Bouxwiller a tenté d'améliorer sa situation en pompant l'eau du calcaire jurassique en amont de la ville.

#### 4° — *Jura de Ferrette.*

Cet étroit coin d'Alsace est formé de marno-calcaires et de calcaires jurassiques moyens et supérieurs. Les eaux circulent dans les masses calcaires fissurées, parfois dans les éboulis calcaires et sont retenues par les niveaux marneux du Lias et de l'Oxfordien ; elles sourdent au contact des marnes ou dans le fonds des vallées. L'orientation Ouest-Est des chaînons est peu propice à la concentration des précipitations atmosphériques. Les nombreuses failles subméridiennes rompent la continuité des bassins de réception ; les cours d'eau souterrains et les résurgences n'ont pas ici la même importance qu'en Jura comtois. Les captures demandent grande attention, comme dans tous les pays calcaires parcourus de larges fissures et de galeries où l'eau circule sans épuration. Toutefois la couverture forestière serrée contribue à leur protection.

#### 5° — *Coteaux du Sundgau.*

Ils dominent Mulhouse et Altkirch et sont formés de couches oligocènes, en partie recouvertes de cailloutis pliocènes, eux-mêmes cachés par des limons loessiques ou des alluvions anciennes quaternaires. L'eau peut être contenue dans les alluvions ou en plus grande quantité dans les cailloutis (là où ces cailloutis dits du Sundgau sont épais, c'est-à-dire vers la partie centrale de la région, une riche nappe aquifère se constitue, donnant naissance à des sources de débit assez régulier) ; elle est aussi susceptible d'être puisée par des forages peu profonds. L'eau est de bonne qualité, au prix d'une protection peu étendue des organes de captage, et de caractère chimique moyen. Le socle oligocène généralement marneux est normalement improductif.

#### 6° — *Versant occidental ou lorrain des Vosges.*

Dépendant de la Moselle, il appartient pour une petite partie (Krammes Elsass) au département du Bas-Rhin. Ses caractéristiques géologiques sont celles de Lorraine.

a) coteaux sous-vosgiens gréseux.

Ils s'étendent en une bande continue autour de Dabo, la Petite Pierre, Bitche, et font suite aux Vosges gréseuses. Les précipitations atmosphé-

riques et les sources y sont abondantes, généralement protégées par une couverture forestière. Les eaux sont identiques à celles des Vosges alsaciennes et doivent généralement être adoucies. Il en est encore dont le captage peut être envisagé. Dès qu'on s'écarte vers l'Ouest de la forêt vosgienne, les réserves aquifères souterraines s'appauvrissent. Les grès bigarrés et de Ruaux qui recouvrent le grès vosgien sont mélangés de lits marneux peu favorables aux grandes réserves aquifères. Les forages peuvent rechercher l'eau dans le grès vosgien sous-jacent.

b) région houillère lorraine.

Dans la région de l'anticlinal sarro-lorrain, l'eau peut être touchée en puits ou forages peu profonds dans le grès, à St-Avold par exemple. Mais dans toute cette région de pays miniers, le problème de l'alimentation en eau potable se résoud le plus souvent par l'utilisation de l'eau d'exhaure des puits de mines. L'eau peut provenir du grès ou de lits sous-jacents. Il suffit de se soucier de ses qualités chimiques, l'épuration bactériologique étant de toute façon nécessaire. Un grand nombre d'agglomérations de cette région à population minière est alimenté par les soins de l'Administration de la mine.

c) région centrale lorraine marno-calcaire.

Les calcaires mélangés de marnes sont plus ou moins aquifères et livrent des sources d'eau calcaire, dure, souvent contaminée ou contaminable. La présence de sel gemme dans la masse marno-calcaire près de la limite des départements du Bas-Rhin et de la Moselle vers Sarralbe vient parfois compliquer cette situation. Les marnes irrisées qui affleurent à l'Ouest étant imperméables, elles ne livrent que de l'eau superficielle, parfois aussi gypseuse. Des puits peuvent y être creusés avec suspicion d'échec. Les alluvions de la vallée de la Sarre pourraient être explorées, mais on peut y craindre aussi une pollution salée.

7° — *Coteaux du pays de Sultz-sous-Forêts.*

Ils sont formés de marnes et de sables oligocènes recouverts de loess ; en certains points existent les cailloutis pliocènes dits de Riedseltz. Les marnes oligocènes sont imperméables, les eaux des sables sont pétrolières ou salées. On peut avoir quelque espoir d'obtenir une eau favorable, si les couches de Riedseltz sont présentes et en épaisseur suffisante. Les recherches hydrologiques en ces coteaux sont pleines d'aléas.

### 8° — *Forêt de Haguenau-Seltz.*

Dans la région de Haguenau, de Soufflenheim et de Seltz, s'étend une terrasse modelée au Quaternaire sur un fond de sable pliocène, et possédant une riche couverture forestière. Ceci est d'excellent pronostic hydrogéologique, malheureusement assombri par la présence irrégulière de lits de sable fin, coulant, d'argile très fine, de lignite ou d'abondants restes de bois fossile. Ce dispositif peut être cause de la présence dans l'eau, d'argile en suspension, de matière organique, de fer colloïdal, et quelquefois de substances sulfureuses. Ceci rend les recherches d'eau hasardeuses. Aux abords de Haguenau, en vue de l'amélioration de l'alimentation de cette ville, des recherches géophysiques ont précisé l'extension de zones où le grain des sables pliocènes un peu plus grossier a permis des pompages impraticables ailleurs (zones que le géologue ne pouvait déceler par les moyens ordinaires).

### 9° — *Terrasses et plaine alluviale du Rhin et de ses affluents.*

La plaine rhénane est formée d'alluvions dites rhénanes, d'origine jurassienne et alpine, riches en calcaire, à lits argileux rares, épaisses de quelques mètres à plus de 100 mètres en certains points. Dans les vallées latérales et au débouché de celles-ci, les alluvions sont surtout d'origine vosgienne, avec lits argileux fréquents ; en général elles sont moins calcaires que les alluvions rhénanes. Dans les unes et les autres, des lits tourbeux peuvent exister, surtout sur les bords de la plaine. Ces alluvions sont quelquefois recouvertes de loess très fin, perméable à l'eau, quand il est sec, mais imperméable après saturation. La couverture loessique est protectrice des nappes aquifères sous-jacentes.

Les alluvions rhénanes sont profondément imbibées d'eau depuis leur base jusqu'à une faible profondeur sous la surface du sol. L'eau en est bien filtrée et bactériologiquement pure, sauf contaminations par des causes locales superficielles. Elle est dure, calcaire, oxydée, en général non ferreuse. On peut la pomper aisément sans entraîner de sable dans le corps de pompe, soit par des puits de quelques mètres de profondeur, soit par forages d'une douzaine de mètres ou davantage.

Dans les alluvions vosgiennes ou dans celles du bord de la plaine, le rendement aquifère est moins certain quant à son débit, et quant aux

qualités chimiques de l'eau. Ainsi à Bischwiller, on a obtenu de l'eau qu'il faut déferriser.

La nappe aquifère alluviale est, en raison de sa grande continuité, apte à absorber et à propager les pollutions chimiques (par exemple celle qui se produit en Haut-Rhin dans la région du bassin potassique). Certes le sel gemme résidu de la fabrication du sel potassique est évacué vers le Rhin, mais il demeure sur place la salure provenant des terrils de marne rejetée par l'exploitation. Cette salure semble gagner vers le Nord la région de Colmar. La salure propagée est loin d'être sensible au goût ; mais on devra pourtant la surveiller.

On peut se soucier davantage, quoique pour un avenir très lointain, de la salure de la nappe alluviale susceptible d'être provoquée en sa base par le contact avec les masses diapiriques de sel du bassin potassique (Meyenheim, Hettenschlag), s'élevant avec une vitesse d'ordre géologique.

Une grande partie de la population alsacienne utilise cette nappe aquifère alluviale. Les habitants des multiples villages de la plaine n'y ont que des puits domestiques peu profonds et s'en portent bien tant que ceux-ci ne sont pas localement contaminés. Les habitants des gros bourgs et des grandes villes utilisent également la même nappe. Citons du Sud au Nord : Mulhouse, celle des alluvions de la Doller ; — de nombreux villages autour de Kembs, celle des alluvions rhénanes ; — Colmar, celle de la plaine de l'Ill ; — Sélestat, Benfeld et Erstein, celle de la petite terrasse à couverture loessique à l'Ouest de l'Ill ; — Strasbourg et ses nombreuses communes suburbaines, celle de la plaine rhénane voisine du Rhin et de ses basses-terrasses ; — Haguenau, Bischwiller, Seltz, Lauterbourg, celle de la plaine près du débouché de la Moder.

De nombreuses communes de la région des coteaux sous-vosgiens ont, après bien des hésitations, accepté d'abandonner l'emploi de faibles sources vosgiennes ou sous-vosgiennes, pour pomper l'eau au bord de la plaine, au débouché de leurs vallées : Guebwiller, Rouffach, Obermorschwihr, Turckheim, Riquewihr, Epfig, Obernai, Hochfelden.

#### SOURCES MINÉRALES ET THERMALES D'ALSACE.

Les sources naturelles minérales et thermales sont fréquentes en Alsace dans les champs de fractures ou aux abords de la faille vosgienne. Leur

minéralisation et leur thermalité sont en général peu élevées. La plupart sont chlorurées sodiques, leur sel ayant été emprunté au Trias ou à l'Oligocène salifères. Quelques-unes, en rapport avec des bancs de calcaires secondaires, sont bicarbonatées plus ou moins magnésiennes. Une seule d'entre elles (Soultzbach) est en territoire schisto-grauwackeux granitique et rappelle celle de Bussang. Leur température n'est que de quelques degrés plus élevée que celle des sources ordinaires voisines. Les principales sont les suivantes (P. BLUM, A. FRITZ) :

### *Bas-Rhin.*

**Niederbronn** : deux sources en région triasique dont la principale, connue dès le Gallo-romain, est faiblement salée ; 221 litres/minute à 17° ; utilisation médicale balnéaire.

**Pechelbronn** : source salée bitumineuse (Bechelbronn) issue de l'Oligocène, estimée du point de vue médical jusqu'au x<sup>e</sup> siècle ; est à l'origine de l'industrie extractive pétrolière de la région.

**Soultz-sous-Forêts** : plusieurs sources sursalées, issues de l'Oligocène, exploitées jusqu'en 1834 comme eau-mère de salines pour la production d'un sel de cuisine alors renommé.

**Westhouse** : source Holtzbad, près de l'Andlau, émise à 10°, inutilisée ; nombreux vestiges romains.

**Romanswiller** : source en territoire triasique, émise à 18°, faiblement gazeuse ; eau de table.

**Wasselonne** : source à la Papeterie, en région triasique, émise à 17°5 ; inutilisée.

**Soultz-les-Bains** : source salée en région triasique gréseuse, émise à 15° ; utilisation médicale balnéaire.

**Rosheim** : source à sels calcaires et magnésiens, en région triasique calcaire ; faiblement minéralisée ; émise à 13° ; actuellement inutilisée.

**Barr** : source St-Ulrich, au pied des Vosges, calcaire et chlorurée, émise à 10° ; utilisation balnéaire.

**Châtenois** : source Badbronn, au pied des Vosges, salée et chlorurée, iodurée, bromurée, sulfurée, émise à 18° ; établissement médical balnéaire.

### *Haut-Rhin.*

- Ribeauvillé** : sources Schlossbronn et Carola, en territoire de Trias calcaire, émises à 18°; bicarbonatées et calco-magnésiennes, eau de table.
- Soultzbach** : dans un vallon affluent de la Fecht, source Gonzenbach, émise à 10°, en territoire schisto-grauwackeux, et granitique; faiblement minéralisée, bicarbonatée ferrugineuse; utilisation médicale : bains et boisson.
- Soultzmatt** : en territoire triasique, faillé, deux sources : Nessel et Lisbeth, eau gazeuse naturelle, bicarbonatée calcique et lithinée, émise à 12°; utilisation médicale : bains et boisson; eau de table.
- Bühl** : source St Gangolf, dans un vallon affluent de la Lauch, en territoire triasique; calcaire et saline; inutilisée.
- Wattwiller** : deux sources au pied des Vosges, émises à 16°; bicarbonatée lithinée (source Lithia) et arsenicale (source Arsène); utilisation médicale : bains et boisson; eau de table.

### EAUX THERMALES OBTENUES PAR FORAGES EN BAS-RHIN.

- Morsbronn** : Dans la vallée de la Sauer, en territoire oligocène; un forage de recherche pétrolière a provoqué la venue d'eaux abondantes à divers niveaux et à 544 m. de profondeur, d'une venue d'eau chaude : 2.000 litres/minute, à 41°5; eau chlorurée et sulfatée; utilisation médicale balnéaire.
- Pechelbronn** : un forage a atteint à 938 m. de profondeur une eau salée chlorurée sodique, livrant 200 litres/minute à 65°. La venue thermo-minérale dite des Héliens débite du méthane et autres gaz combustibles, des acides sulfhydrique et carbonique, de l'azote et des gaz rares (1,87 %), dont 1,09 d'hélium, 0,78 d'argon, avec crypton et néon.

**DEUXIÈME PARTIE**

---

**EXCURSIONS GÉOLOGIQUES**

**A TRAVERS L'ALSACE**

## INTRODUCTION

---

Dans les Vosges la circulation est aisée et sans danger ; seule l'escalade des Spitzkoepe près du Schiessrothried peut être difficile et même périlleuse. En hiver, la couverture neigeuse, qui ne s'établit en général de façon durable qu'à partir de janvier, empêche toute visibilité géologique. Le brouillard en montagne peut en toutes saisons égarer le touriste. Dans les grandes forêts vosgiennes trop denses, l'observation géologique est souvent malaisée.

En plaine et sur les pentes des collines, on peut en principe circuler en tous temps ; les champs, prairies et vignobles ne sont pas enclos. Il convient de respecter les prairies au moment de la fenaison d'été et du regain d'automne, car le bétail ne pâture jamais et reste en étable (sauf dans les Hautes-Chaumes et en Krummes Elsass). D'autre part, il est prudent d'éviter de circuler dans les vignobles et les chemins avoisinants, un peu avant la vendange, qui est plus tardive en Alsace que dans le Midi de la France ; pendant la période de mûrissement du raisin, les vignobles sont gardés.

Les géologues munis de permis officiels de circuler à pied le long des voies ferrées doivent savoir que les trains circulent à droite sur toute l'étendue du réseau Alsace-Lorraine, à l'inverse de ce qui se passe dans le reste du réseau de l'Est et des autres régions françaises ; certains tronçons de raccordement font exception : par exemple entre Molsheim et St-Dié, sur la ligne Strasbourg-St-Dié, où les trains circulent à gauche.

Dans toute l'Alsace (à l'exception de la haute vallée de la Bruche en amont de Wisches), est parlé, avec de nombreuses variantes, un dialecte à racine germanique. La langue française est employée partout, à la ville comme à la campagne, concurremment avec le dialecte.

La plupart des courses géologiques peut se faire au départ de Strasbourg. Toutefois les crêtes des Hautes-Vosges, le Sundgau, le Jura

ferrettois et bâlois, le Jurassique et l'Oligocène belfortains gagnent à être visités au départ de Colmar ou de Mulhouse. Tous les itinéraires décrits sont inclus dans la carte Michelin au 1/200.000 n° 87 Wissembourg-Belfort. Il sera indiqué au début de chaque excursion quelles seront les cartes topographiques et géologiques nécessaires. Les abréviations courantes employées ne présentent pas de difficulté ; les altitudes seront notées ainsi (144).

Certaines courses peuvent être groupées. A titre de documentation, le programme suivant permet une grande tournée géologique en Alsace, effectuée en auto :

### *1<sup>re</sup> journée.*

Départ de Strasbourg — le Kronthal (horst de grès vosgien) — Wasselonne (grès à *Voltzia* fossilifère, Muschelkalk, Keuper) — Scharrachberg (champ de fractures) — Soultz-les-Bains (Trias) — horn de Wolxheim (calcaire oolithique) — Hangenbieten et Achenheim (terrasses rhénanes et loess) — coucher à Strasbourg.

### *2<sup>e</sup> journée.*

Saverne, le Haut-Barr (grès des Vosges supérieur) — le Martelberg (Muschelkalk) — Bouxwiller (coupe des Bastberg, Grande Oolithe, Bathonien marno-calcaire et Lutétien calcaire fossilifères, conglomérat oligocène) — Hochfelden (Lias à Gryphées) — Mutzenhausen (Lias moyen) — Waltenheim (Keuper gypsifère) — Truchtersheim (Oligocène supérieur) — Oberhausbergen (terrasses rhénanes) — coucher à Strasbourg.

### *3<sup>e</sup> journée.*

Brumath — Haguenau — Gundershoffen, Reichshoffen (Lias supérieur, basalte) — Niederbronn (grès des Vosges inférieur, source minérale) — Jaegerthal, Windstein (boutonnière avec granite et Permien) — traversée par Lembach et la Pfaffenschlick du fossé de Muschelkalk de Lembach et du horst de grès vosgien du Hochwald — Lobsann (calcaire asphaltique tongrien) — Pechelbronn, Soultz-sous-Forêts (région pétrolifère) — Soufflenheim (Pliocène à végétaux) — Bischwiller — coucher à Strasbourg.

*4<sup>e</sup> journée.*

Mutzig, Urmatt (terrasses de la Bruche, collines sous-vosgiennes) — Oberhaslach, cascade de la Nideck (rhyolites permienes) — Wisches (grauwacke dinantienne) — Russ (grauwacke conglomératique, marbre dévionien, minette) — Schirmeck (brèche calcaire, schistes à Psilophytales givétiens) — complexe éruptif de Wackenbach et de Rothau — Saulxures — Champenay (grès permien, grauwacke gréseuse eifélienne, schiste grau-wackeux viséen) — coucher à Schirmeck ou à Rothau.

*5<sup>e</sup> journée.*

Fouday (Dévionien à Radiolaires) — De Bourg-Bruche à Lubine à pied par le col du Hang (schistes de Steige et diabases, quartzo-phyllades de Villé, porphyroïde du Hang, cargneules calcédonieuses permienes, dislocations hercyniennes de la zone du Climont, micaschistes de Lubine, Houiller de Lubine) — Urbeis (gneiss) — Lalaye (Houiller du Kohlberg) — Villé (schistes, Permien) — Triembach (Houiller et Permien à plantes) — Albé — Villé — Hohwald (granites) — coucher au Hohwald.

*6<sup>e</sup> journée.*

Sainte-Odile (grès des Vosges supérieur, Mur Païen) — Barr (champ de fractures) — Andlau (granites, porphyroïde de Spessbourg) — métamorphisme de contact des schistes de Steige — Sélestat — Ribeaupillé (gneiss et granites) — Ste Marie-aux-Mines (granite amphibolique) — gneiss et cipolins du Rauenthal — Echery — coucher à Ste Marie-aux-Mines.

*7<sup>e</sup> journée.*

Col des Bagenelles (péridodite à amphibole) — col du Bonhomme — col de Luschpach — Lac Blanc et Lac Noir — route des Crêtes — col de la Schlucht — Le Hohneck — descente à pied par le Schiessrothried et le Fischboedle (glaciaire de la Wormsa) — Metzeral (glaciaire de la Fecht) — Colmar — coucher à Colmar ou à Mulhouse.

*8<sup>e</sup> journée.*

Mulhouse — Ochsenfeld (cône alluvial caillouteux de la Thur) — Thann — Bitschwiller (grauwacke dinantienne) — route Joffre — col du Hunsrück (porphyre) — Bourbach-le-Haut (schistes viséens de la Boutique) — Masevaux — Lauw (champ de fractures sous-vosgien) — coucher à Mulhouse.

*9<sup>e</sup> journée.*

Brunstatt (Tongrien inférieur) — Altkirch (Tongrien facies Haustein) — Ballersdorf (Oligocène supérieur, facies molassique) — Dannemarie — Wolfersdorf (Rupélien sableux fossilifère) — Froidefontaine (Rupélien, argile à Foraminifères, schistes à Amphisiles, argiles à Mélettes) — Morvillars (calcaire lacustre Tongrien inférieur, Jurassique) — Bourogne (conglomérats) — Seppois (premiers plis du Jura) — Ferrette (anticlinal de Ferrette) — Feldbach (cailloutis pliocènes du Sundgau) — Hirtzbach (Rupélien sableux pétrolifère) — Mulhouse.

---

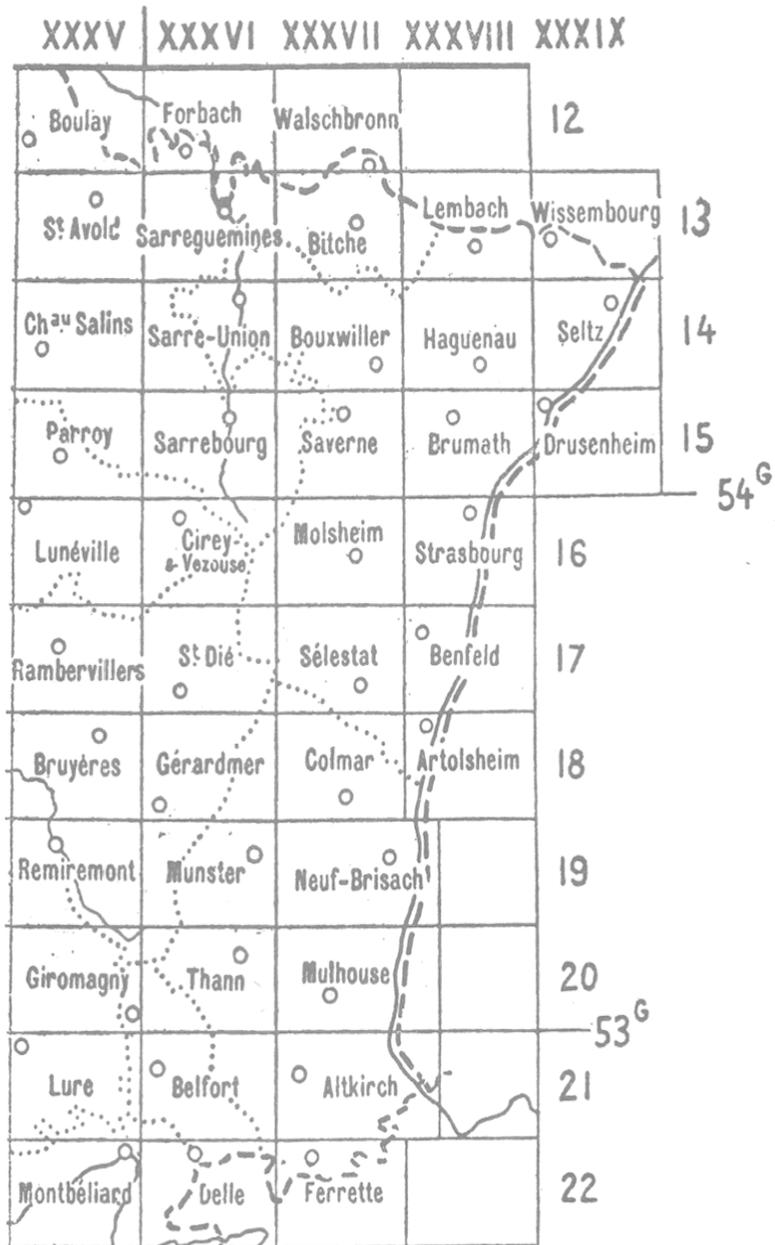


Fig. 6. — Tableau d'assemblage des cartes topographiques au 1/50.000 correspondant à la région étudiée.

## Excursion n° I : Strasbourg (Argentoratum).

---

Connaissance et visite géologique de la ville.

*Cartes* : G 80.000 Strasbourg.

T 50.000 Environs de Strasbourg.

T Plan quelconque de Strasbourg, notamment L. Moszberger, Strasbourg et sa banlieue, Strasbourg, Dernières Nouvelles, 2<sup>e</sup> éd., 1949, 96 p., 19 plans.

### GÉNÉRALITÉS.

La situation de la ville s'explique à l'origine par une traversée facile des bras du Rhin et de ses affluents Ill et Bruche, en un lieu où un véritable cap de terre ferme de nature loessique s'avance vers l'Est, parmi les marais ello-rhénans. La proximité de la dépression de Saverne, lieu peu élevé des Vosges et lui-même de traversée relativement aisée, a également commandé cette position.

Une ville nommée Argentoratum, connue aux temps gallo-romains, conserve ce nom jusqu'au 7<sup>e</sup> siècle, époque à laquelle se substitue le nom germanique Strasbourg, ville des routes ; ces routes sont essentiellement celle de l'intérieur de la Gaule vers la Germanie et celle du S vers le N parallèle au Rhin ; elles existaient déjà au temps de l'occupation romaine. Lorsque les Romains s'avancèrent en Germanie et s'y installèrent, Argentoratum jouit de la paix durant trois siècles.

Lors d'invasions germaniques répétées, elle fut surtout place militaire, construite au milieu des bras de l'Ill et du Rhin, à la limite orientale du monde civilisé. Le sol du castrum s'éleva artificiellement jusqu'au

niveau actuel de la vieille ville (144), par apport de terres jaunes amenées de la terrasse loessique voisine, de déblais divers, de restes d'incendies. Une digue artificielle faite surtout d'apports loessiques reliait le castrum au cap de loess en place ; elle occupait l'emplacement actuel de la Grand'Rue. Elle était empruntée par une voie romaine importante qui après avoir traversé un bras de l'Ill ou de la Bruche (canal des Faux-Remparts) se dirigeait par la rue du Faubourg National, puis la rue des Romains (dans le faubourg de Koenigshoffen) vers le relais de Tres Tabernae (Saverne).

Ainsi que dans toute ville construite sur des terrains quaternaires, on voit actuellement peu de chose du sol vrai de la cité. Les détails topographiques vérifiés par des données du Service Municipal des Travaux constituent un guide utile pour l'établissement de la carte géologique (G. DUBOIS et E. GOETTSCH). Lors de l'ouverture vers 1935 de la rue St Michel on a pu constater que celle-ci était installée sur les limons loessiques en place. Durant la dernière guerre on a creusé dans la ville des puits de secours dont la coupe approximative peut être interprétée souvent avec fruit ; au cours de la reconstruction on a mis à jour le sol de quelques caves et pu ainsi préciser certaines données géologiques ou historiques. Les documents préhistoriques et historiques conservés au Musée Préhistorique et Gallo-Romain peuvent être consultés par chacun.

Les cotes du nivellement allemand et celles du nivellement général de la France sont peu différentes et peuvent être utilisées concurremment du point de vue qui nous préoccupe ici. On a en général arrondi au mètre inférieur, rarement au mètre supérieur, en tenant compte de la hauteur des plaques.

Le sol naturel de la plaine alluviale ello-rhénane se tient en amont de Strasbourg, à Ostwald et Neuhof vers 140-139 m., à Strasbourg et Kehl vers 138-137 m., en aval de la ville à la Robertsau vers 136-135 m.

## VISITE GÉOLOGIQUE DE LA VILLE.

### **Quartier de la gare.**

Lorsqu'on arrive par le train on descend du quai de la gare par un escalier de 26 marches, ce qui représente une dénivellation assez impor-

tante entre la voie ferrée et la place de la gare. Le niveau de cette voie est approximativement celui de la Basse-Terrasse à couverture loessique et le remblai coïncide, à quelques rectifications près, avec le bord interne de la terrasse. La place de la gare (139) est une zone marécageuse remblayée artificiellement en partie par des limons loessiques (noter au voisinage la rue du Marais Kageneck). La partie S de la place s'élève légèrement vers le boulevard de Metz qui lui-même rejoint au S le niveau de la voie, c'est-à-dire celui de la terrasse.

La limite ello-rhénane du cap de la terrasse loessique a pu se suivre assez aisément par les détails topographiques du quartier W de la ville dit quartier Ste Aurélie ; elle passe par les points suivants : SW de la place de la gare, rue Déserte (entre boulevard de Metz et petite rue de la Course), rue de la Course (entre petite rue de la Course et rue du Maire Kuss), rue du Faubourg National, impasse des Jardiniers, angle Abattoir — rue St Michel, en diagonale dans la cour de la caserne Ganeval, rue de Rosheim (entre rue de Wasselonne et rue de Mutzig), rue de Mutzig, angle N de la place de la Porte Blanche. D'après E. SCHUMACHER, le loess épais de 0 m. 75 se trouverait en profondeur à l'altitude 138,50, à la vieille Prison au bord de l'Ill (angle de la rue Ste Marguerite) sous 1 m. 25 de remblai et sur un peu d'alluvions sableuses de la Bruche.

Au Moyen-Age, le gibet était dressé sur le monticule de loess de la rue St Michel. La rue du Faubourg National (ancienne voie romaine et route nationale n° 4 de Saverne à Paris) est sur la Basse-Terrasse dont le point le plus élevé à l'intérieur de la ville est l'église Ste Aurélie.

#### **Koenigshoffen.**

Le loess en place peut s'observer dès la sortie W de Strasbourg dans le faubourg de Koenigshoffen que l'on atteint au départ de la Place de la Porte Blanche. Passer sous les ponts supérieurs du chemin de fer, traverser les ouvrages de fortification (avec canal des remparts artificiel) où toute la topographie est bouleversée. On peut toucher en place le loess de la terrasse en bordure N de la rue de Koenigshoffen, puis de la rue des Romains. Le cimetière St Gall est sur la pente de la terrasse vers la Bruche.

Le faubourg de Koenigshoffen fut un lieu important de stationnement des légions romaines (VIII<sup>e</sup> légion, autel du dieu Mithra). Les noms

des rues récemment ouvertes ont été choisis pour perpétuer le souvenir des empereurs romains, notamment celui de Cesar Julius (dit Julien l'Apostat) qui battit en 377 les Alamans avancés sur la terrasse de loess entre Koenigshoffen et Hausbergen.

#### **Grand'Rue — Place de la Cathédrale.**

Quittant le quartier de la gare, on traverse le canal des Faux Remparts (niveau d'eau vers 136) et on monte la Grand'Rue (église St Pierre le Vieux à 141, cour de la rue du Fossé des Tanneurs 142, place Gutenberg 143). Toute cette rue est un remblai artificiel fait d'apports surtout loessiques épais d'environ 5 m., dont le profil en dos d'âne très net s'observe aisément : vers le S de vieilles rues et d'étroites ruelles descendent vers l'ancien port et le bras principal de l'Ill, — vers le N des rues descendent vers le marais que furent autrefois la rue du 22 novembre et la place Kléber (141). Un forage pratiqué place Gutenberg à l'altitude 142,85 a traversé 8 m. 65 de déblais, 1 m. de terre glaise, avant de toucher à 133,20 les graviers du Rhin. Le niveau de la nappe aquifère était à 135,25.

La rue Mercière est dominée par la masse imposante de la Cathédrale (plaque de nivellement 144,665 à environ 1 m. du sol) qui serait construite sur 7 m. de remblai recouvrant des alluvions. Sa hauteur, du sol à la croix de la flèche, est de 142 m. Le monument comme beaucoup d'autres à Strasbourg est construit en grès rouge triasique vogésien. Le gros œuvre est en dalles de grès vosgien (Savernien) qui s'effrite parfois quelque peu en lamelles. Les œuvres d'art, motifs et statues sont en grès bigarré à Voltzia (Vaslénien) qui se prête à la fine sculpture statuaire. Remarquer notamment les ailes minces des anges du « Pilier des Anges » près de l'Horloge astronomique.

Dans la tour, à la plate-forme de la cathédrale, une inscription lapidaire commémore la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France qui se tint dans les Vosges et à Strasbourg du 6 au 14 septembre 1834 ; elle est ainsi libellée : « Le 14 septembre 1834, pour célébrer la présence de la Société des Géologues français et étrangers réunis pour la première fois en cette ville, les Amis des Sciences à Strasbourg leur ont offert un banquet sur la plate-forme de la cathédrale » (photo dans E. de MARGERIE. Allocution présidentielle, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1919, frontispice).

### **Castrum romain.**

Le castrum romain placé au cœur de la ville est une butte rectangulaire surélevée artificiellement. Sa limite SW se suit en bordure NE de la rue des Grandes Arcades, grâce à une pente très sensible qu'on voit mal rue Mercière, plus nettement ruelle Ste Marguerite, plus nettement encore grâce à des escaliers dans certains établissements voisins de la place Kléber : tels que la brasserie Au Grand Kléber et le magasin Dralux (escaliers de sortie vers le Temple Neuf) ou le Palais de la Bière (escalier entre la brasserie et la salle de restaurant). Un reste de muraille fortifiée romaine est conservé dans les caves du Grand Kléber. Le sol de la place du Temple-Neuf est constitué de terres jaunes loessiques rapportées, avec débris divers.

L'Hôtel de Ville, le Palais du Gouverneur et l'Hôtel de la Préfecture, bordant la place Broglie et le quai Lezay-Marnésia, sont dans le castrum exactement à sa limite NW et NE. Les pentes du castrum vers le bras principal de l'Ill sont très accentuées : pente de la rue St-Etienne (castrum 142, pont St-Guillaume 140,5, niveau de l'Ill à l'étiage 136), pentes entre la rue des Veaux et au pied du castrum et la rue des Frères par les rues des Ecrivains, des Sœurs et de la Croix, pente de la rue du Maroquin.

Deux rues principales se croisaient à angle droit dans le castrum ; elles ont gardé aujourd'hui le même tracé (J.-J. HATT) : d'une part l'ensemble SW-NE rues des Hallebardes, des Juifs, du Parchemin, des Récollets, — d'autre part la rue du Dôme.

La « Rue SW-NE » s'abaisse au NE vers le marais (angle rue des Juifs et rue du Faisan 141-50). Au coin de la rue des Hallebardes et de la rue du Sanglier, a été levée la coupe suivante (G. DUBOIS, C. DUBOIS et J.-J. HATT) qui retrace l'histoire géologique et humaine du castrum. Cette coupe remontée est exposée au Musée Archéologique :

- 144 — sol actuel (altitude au-dessus du niveau de la mer à Amsterdam).  
sol d'habitation poteries carolingiennes.
- 141 — sol de Valentinien, monnaies.
- 140,90 — couche incendie IV de 355, céramiques, poteries, monnaies.
- 140,80 — remblai d'argiles, de sables et de tuiles de Constantin, céramiques, poteries, verreries.
- 140,60 — sol de Maximin.
- 140,50 — remblai et dallage en briques plates de Maximin, céramiques.

- 140,30 — Couche incendie III de 235, cendres, charbons de bois, bronze fondu, céramiques.
- 140,25 — couche habitat (d'Antonin aux Sévères), poteries, fin II<sup>e</sup> siècle, début III<sup>e</sup> siècle.
- 139,80 — sol de mortier et brique pilée du II<sup>e</sup> siècle.
- 139,75 — couche habitat civil d'Hadrien à Antonin (année 120), poteries.
- 139,60 — remblai de Trajan loessoïde (25 à 150  $\mu$ ), années 98 à 117.
- 139,30 — couche incendie II de 97, sous Nerva, esquilles bois carbonisé (Conifères), poutres calcinées, sable vaseux (25 à 180  $\mu$ ), tuiles, céramiques.
- 139,20 — sol flavien.
- 139,15 — remblai loessoïde jaune brun (10 à 150  $\mu$ ), céramiques, verreries, poteries.
- 139,05 — couche incendie I de 70 sous Vespasien, noire, pulvérulente, céramiques.
- 139 — couche de Tibère à Néron, loess très impur gris brun, riche en morceaux de bois (Feuillus), scories, débris de bronze, céramiques (années 54 à 69).
- 138,70 — couche habitat augustéen, limon noir riche en débris de bois, ossements d'animaux, céramiques et bronze (années — 27 à + 14).
- 138,60 — remblai augustéen sablo-graveleux (15 à 800  $\mu$ ).
- 138,10 — tourbe vaso-sableuse (5 à 250  $\mu$ ), débris d'ossements en surface, céramiques. Pourcentages polliniques : *Alnus* 45, Chênaie mixte 37 (*Quercus* 32, *Ulmus* 5), *Fagus* 18 ; en outre *Salix* 29, *Corylus* 19 ; Graminées, Chénopodiacées, Ombellifères, Fougères, Lycopodes.
- 137,90 — gravier diluvial jaune rougeâtre (20 à 1000  $\mu$ ) : couche d'inondation à éléments roulés en partie vosgiens.
- 137,80 — chemin en caillebotis gaulois de l'âge du bronze.
- 137,70 — vase sableuse et tourbeuse gris noir (5 à 300  $\mu$ ). Pourcentages polliniques : *Abies* 40, *Alnus* 30, Chênaie mixte (*Quercus* seul) 20, *Carpinus* 10 ; en outre *Ilex* 20.  
     gravier fin jaunâtre (5 à 500  $\mu$ ).  
     vase fine gris vert (5 à 10  $\mu$ ).

#### Quartier N de la ville et Schiltigheim.

La « rue SE-NW » du castrum (rue du Dôme) se prolonge avec quelques sinuosités à l'W du Broglie par la rue de la Nuée Bleue, bombée en sa partie médiane (143) avec 7 m. de terres rapportées. Le sol descend très vite vers le canal des Faux-Remparts (marches à la place St-Pierre-le-Jeune) pour arriver à 140 au Pont de Pierre, puis 138,50 à l'ancienne porte des Pierres près de la place de Haguenau. On est ici de nouveau très près de la terrasse dont on voit des restes à contour non rectifié en bordure de la rue Adèle-Riton. La route de Schiltigheim monte sur la terrasse près de l'angle S du vieux cimetière Ste-Hélène et traverse un quartier de brasseries dont les caves profondes sont creusées dans le sol loessique.

Lors des travaux d'exécution d'un canal de dérivation au N de Strasbourg, au lieu dit « Schiltigheimermatt », on mit à jour la coupe suivante (CH. GOEHNER, P. AMIET et R. FORRER) :

- 3 mélange de couches argileuses et de sables et graviers provenant de bras de l'ancien delta de la Bruche, contenant des ossements d'animaux, des débris de poteries et céramiques, des outils en pierre.
- 2 tourbe (Chênaie mixte prédominante, Pin et Coudrier en régression).
- 1 gravier ancien ayant livré des ossements de Cerf, des outils en pierre ou en os, des morceaux de céramiques.

La route N 63 vers Haguenau est installée sur la terrasse pendant plusieurs kilomètres ; la N 68 vers Bischwiller l'est aussi, mais plus près de la pointe de la terrasse vers la vallée de l'Ill, à travers les villes de Schiltigheim, Bischeim, Hoenheim ; la limite orientale de la terrasse suit des rues plus ou moins sinueuses de ces villes.

#### **Quartier E de la ville.**

Revenons à Strasbourg. A l'E des parties décrites de la ville s'étendent des quartiers résidentiels très modernes où les rues sont à une altitude voisine de 139, avec 1 m. à 1 m. 50 de remblai. Toutes les maisons de ces quartiers n'ont que des sous-sols et pas de caves proprement dites. L'eau souterraine est à toute proximité, plus ou moins en relation avec le niveau moyen de l'Ill et du Rhin.

#### **Quartier et faubourgs S de la ville.**

Le vieux quartier de la Krutenau (entouré par les quartiers modernes de la Bourse, de Neudorf et du Port), contigu à l'esplanade de la citadelle construite par Vauban, a un sous-sol de remblai de 1 à 2 m., à une altitude de 138-139.

Au S du faubourg de Neudorf s'étend la plaine alluviale dite du Polygone (140) jusqu'à Neuhof. La station de pompage principale d'alimentation en eau potable de la ville est installée ici, en amont SSE de l'agglomération. Un forage y a montré 75 m. d'alluvions reposant sur des marnes oligocènes appartenant vraisemblablement au Chattien. L'eau est prélevée vers 12 m. de profondeur. Filtrée par des sables et graviers, elle est au point de vue bactériologique une des plus pures distribuée

sans épuration dans les grandes agglomérations d'Europe. Mais sa distribution commence à soulever des problèmes techniques délicats dont le principal est la traversée de toute une vaste agglomération en vue de l'alimentation des régions au N et au NW de la ville, les conduites actuelles n'étant pas toujours de calibre suffisant. On crée actuellement des centres de prises et de pompages accessoires en divers points de la banlieue. D'anciens ouvrages militaires semblent pouvoir rendre service.

A la limite S du territoire strasbourgeois se sont ouvertes des gravières exploitant les sables et graviers rhénans à galets d'origine surtout jurassienne et alpine. On emploie le dragage (jusqu'à 14 m.) pour récolter ces produits, en vue surtout de la confection de béton. Il en reste des étangs ou lacs artificiels dont l'un nommé le Baggersee sert de piscine en plein air.

#### **Le Rhin.**

Le cours du Rhin n'offre aucun intérêt géologique. Rectifié artificiellement au début du XIX<sup>e</sup> siècle, le cours draine des eaux en principe hautes pendant la saison chaude et basses pendant la saison froide, sauf lors de fortes pluies en Bade et en plaine suisse. Des digues maîtrisent en général les crues trop brusques. Le résultat de la rectification du Rhin fut un abaissement très net du niveau moyen de la nappe aquifère et partant du niveau d'eau des puits domestiques avec tarissement des puits de Strasbourg (A. DAUBRÉE).

---

## **Excursion n° II : Oberhausbergen et le Ried de Reichstett.**

---

Etude de la Haute et de la Basse-Terrasse.

*Itinéraire* : Oberhausbergen, Mittelhausbergen, Mundolsheim, Souffelweyersheim, Reichstett, Hoerd.

*Cartes* : G 80.000 Strasbourg.

T 50.000 Environs de Strasbourg et Brumath.

T 20.000 Strasbourg 1-2, Brumath 5-6, Brumath 7-8.

Aux abords de Strasbourg existe une région de terrasses alluviales recouvertes en grande partie par des limons loessiques, sauf dans le cas de la plus basse, celle de Reichstett-Hoerd. Il y a deux niveaux principaux de terrasses à couverture loessique nommés respectivement Haute-Terrasse et Basse-Terrasse. Bien que la Haute-Terrasse corresponde vraisemblablement à une des moyennes terrasses d'un fleuve océanique tel que la Seine ou la Somme, on lui conservera ici son nom de Haute-Terrasse.

La Haute-Terrasse se suit à l'W de la ville, de Hangenbieten à Achenheim, Bearegard de la Musau, Oberhausbergen, Mundolsheim. Son étude détaillée sera faite à Achenheim (excursion n° III). On se contentera ici d'en prendre une connaissance rapide entre Oberhausbergen et Mundolsheim et on étudiera surtout en cette excursion les formations loessiques récentes de la Basse-Terrasse.

Au pied de la terrasse de Reichstett s'étale la plaine alluviale ellohénaue particulièrement basse, constituée de marais humides, éventuellement inondables, où se constitue la tourbe ; un tel lieu est nommé Ried ; il est cultivable seulement après travaux de drainage et d'assèchement ; il peut alors recevoir de riches cultures maraichères.

Prendre le tramway de Strasbourg qui dessert Cronembourg-Oberhaus-

bergen. Au sortir de la ville (139) on note la montée sur la Basse-Terrasse de loess (excursion n° I) ; on longe plusieurs cimetières et on traverse Cronembourg avec ses brasseries (144). La route suit la voie romaine sur la Basse-Terrasse de limons loessiques, avec grandes cultures (147).

A l'entrée d'Oberhausbergen (150), quitter le tramway et la voie romaine ; traverser le village jusqu'à l'église. On gravit alors la pente reliant la Basse-Terrasse à la Haute-Terrasse (Pfaffenberg 184) par un chemin creux typique tracé dans le loess récent avec ses escarpements verticaux de plus de 5 m. ; on y récolte des poupées du loess, *Succinea oblonga*, *Helix pygmaea*. Peu de lehm sur la pente : pour cette raison et aussi à cause de la difficulté de labourer sur une trop forte pente, celle-ci est couverte de vignobles, fait rare en pays de loess.

On aboutit à une route militaire reliant des ouvrages fortifiés construits avant 1914. Près de la jonction du chemin creux avec cette route s'élève le réservoir principal des eaux potables de Strasbourg.

Au pied NW du Pfaffenberg coule la Musau, affluent de la Souffel ; ces deux rivières ont creusé leur lit dans la Haute-Terrasse rhénane.

Remarquer le paysage : à l'E la Basse-Terrasse, Strasbourg et ses faubourgs ; au loin le Schwarzwald avec la butte triasique gréseuse du Hornisgrinde. Vers l'W, la surface ondulée par diverses vallées de la Haute-Terrasse : c'est le Bas-Kochersberg, pays de grande culture, plus loin le Haut-Kochersberg qui appartient déjà aux collines sous-vosgiennes (Horst du Kronthal-Waltenheim, avec le sommet du Kochersberg proprement dit, butte de marnolite de Keuper, Duésien, Marsallien supérieur) ; au loin les Vosges.

Suivre la route militaire vers le N jusqu'au carrefour avec la route de Mittelhausbergen à Dingsheim-Pfuhlgriesheim. Une carrière fournit du loess utilisé surtout ici comme terre à pisé (190). En de multiples points on remarque les petits vallons secs creusés dans la pente orientale de la Haute-Terrasse, avec des rideaux abrupts en général d'origine naturelle.

A environ 1 km. du débouché du chemin venant de Niederhausbergen et au N du Fort Maréchal Foch, la Souffel ayant fortement entamé la Haute-Terrasse, le plateau (175) respecté par l'érosion n'a que 300 à 400 m. de large. Descendre vers l'W par un sentier parmi bois et broussailles, directement jusqu'à la vallée de la Souffel. Celle-ci coule vers 145 au pied d'une étroite terrasse de 1 à 2 m. de haut en rive D, elle-même au pied d'un abrupt entamant la Haute-Terrasse. On y découvre des affleurements frustes de sables fluviaux gris équivalents des sables

interglaciaires à faune chaude de Hangenbieten. Au contraire, le flanc G de la vallée à pente très douce est couvert de limons de ruissellement qui cachent tous les détails sous-jacents.

En se dirigeant vers le Fort Ducrot (160), on peut observer deux carrières en état de fraîcheur très variable, montrant dans l'ensemble, si la coupe est bonne :

- limons loessiques récents plus ou moins visibles
- limons anciens loessiques et fluviatiles, parfois avec lit de sables fluviatiles rouges, sur environ 3 m.
- sables gris fluviatiles de Hangenbieten avec mollusques fluviatiles :  
Limnées et Planorbis et coquilles du loess, visibles sur environ 5 m.

Mundolsheim-village est construit dans un grand méandre de la Souffel à laquelle s'unissent le Leisbach et le Kolbsenbach. Traverser la Souffel vers Mundolsheim-gare. Entre la Haute et la Basse-Terrasse, le fort Desaix (150) est installé sur une pente douce. Traverser à nouveau la Souffel soit à la route N 63, soit à un ponceau, laissant de côté une petite île en un méandre de la rivière.

Souffelweyersheim. Il existe entre cette localité et Hoenheim un grand nombre d'exploitations de limons loessiques, changeant constamment d'aspect dans le détail des coupes. Les limons peuvent atteindre 10 m. d'épaisseur ou plus. Ce sont en général des loess récents typiques, non stratifiés, très clairs avec poupées et faune de mollusques caractéristiques : *Succinea oblonga* et *Helix pygmaea*, *Pupa muscorum* rare. Des ossements de Vertébrés y ont été signalés. Des couches intercalaires rubéfiées y sont fréquentes. En certains cas s'observent, sur les pentes, des lits de ruissellement de limons par remaniement de ceux-ci.

Dans la tuilerie Lienhardt (148), sur la pente vers la Souffel, les limons loessiques reposent sur des sables fluviatiles jaunâtres, très légèrement graveleux, alluvions anciennes de cette rivière. Ils contiennent des fossiles remaniés arrachés aux collines sous-vosgiennes, au Lias (calcaire à Gryphées surtout) et à un Tertiaire oligocène : *Pentacrinus*, *Belemnites*, *Lyogryphaea cymbium*, *Ostrea cyathula*, *Cyrena semistriata*, *Cardium scobinulum*, *Cerithium plicatum*, *Potamides lamarcki* (S. GILLET).

On pourrait ici arrêter la course en franchissant le pont de la rue de la Wantzenau (N 68). sur le canal de la Marne au Rhin. On débouche immédiatement dans le Ried ellan (134) humide, à sol argileux, plus

ou moins humique, mais non tourbeux. Plus près de l'Ill et du Rhin, les alluvions sont essentiellement sablo-caillouteuses et exploitées par dragage aux abords de la Wantzenau.

Au contraire, on peut allonger notablement l'itinéraire et partant du groupe des tuileries de Souffelweyersheim-Hoenheim se diriger vers le N ; on repasse la Souffel dont on peut voir les méandres creusés dans le loess. En suivant la route de Hoerdt au-delà du fort Rapp, on passe très insensiblement de la Basse-Terrasse à couverture loessique à une Basse-Terrasse plus jeune dépourvue de loess (136-134). On la nomme terrasse de Reichstett ou de Hoerdt.

C'est en réalité un ancien cône alluvial de la Zorn, à alluvions sableuses mélangées dans la partie S d'argiles et de limons amenés par des ruisseaux accessoires. Cette terrasse de Reichstett devient de plus en plus sableuse au N et est couverte de forêt (Herrenwald) ou de champs particulièrement aptes à la culture de l'asperge ; on y voit aussi quelques houblonnières. Le sable rouge d'origine vosgienne est très pauvre en galets. Le bord de la terrasse de Reichstett-Hoerdt est découpé en courbes concaves par d'anciens méandres de ruisseaux aujourd'hui inexistantes.

A son pied (132-131) s'étale le Ried déjà vu à Hoenheim, qui devient nettement tourbeux au N de Reichstett. La tourbe épaisse de 1 m. 75 au maximum contient à la base des pollens de Pin, essence qui reste toujours dominante. Puis apparaît la Chênaie mixte (Chêne, Tilleul rare, pas d'Orme) ; en faible pourcentage, Hêtre, Sapin, Aulne, Bouleau, Coudrier et Saule.

La traversée du Ried tourbeux vers la Wantzenau n'est pas conseillée, sauf par la route partant de Reichstett ou de Hoerdt, en raison des nombreux fossés qu'il faut traverser.

De l'asile d'aliénés de Hoerdt, on peut reprendre soit le train à Hoerdt ou à Vendenheim, soit le tramway à Hoenheim.

### Excursion n° III : Achenheim-Hangenbieten.

---

Quaternaire : étude du loess.

*Itinéraire* : Lingolsheim, Hangenbieten, Achenheim, Eckbolsheim, Koenigshoffen.

*Cartes* : G 80.000 Strasbourg.  
T 50.000 Strasbourg.  
T 20.000 Strasbourg 1-2.

*Tableau* n° 10, page 155.

Sortir de la ville de Strasbourg par le SW (route de Schirmeck) et traverser la Bruche. Près du faubourg de Roettig un petit ressaut d'environ 3 m. s'élève au-dessus du talweg de la Bruche ; se rattachant au plateau de Lingolsheim, il représente un élément individualisé, sans couverture de loess, probablement une terrasse d'érosion, dans le complexe de la Basse-Terrasse de Lingolsheim à alluvions vosgiennes. Il peut être nommé terrasse latérale de Roettig (G. DUBOIS).

Aux abords des Tanneries de France, on monte sur un plateau à surface très uniforme, presque horizontale, dont l'altitude moyenne à Lingolsheim est de 148 m. environ. Le plateau s'élève en pente très douce, à peine perceptible, vers l'amont en direction W. Il est limité par des berges escarpées qui bordent la plaine ello-rhénane et la vallée de la Bruche. Actuellement cette rivière creuse son lit dans les alluvions accumulées par elle pendant la dernière glaciation. Dans l'agglomération de Lingolsheim la route nationale suit une crête mince de la terrasse avec pente au S naturelle déterminée par un méandre d'un ancien bras de

l'III, au N uniquement artificielle en raison de nombreuses anciennes exploitations de sables rouges.

La Basse-Terrasse de Lingolsheim est formée de sables rouges d'origine vosgienne, épais de plusieurs mètres, recouverts de loess sableux épais de 1 à 1 m. 50, exploités en de nombreuses sablières ; on peut observer facilement la carrière Charles Bender et celle de la Société Anonyme de Lingolsheim, au S de la route.

Les graviers rouges qui constituent le sédiment caractéristique de ce plateau trahissent l'origine vosgienne des galets et des sables qui s'y trouvent : grès rouges, granites altérés, gneiss, rhyolites, diorites, grauwackes, phanites, quartz, quartzites et rares calcédoines provenant pour la plupart des terrains primaires et secondaires de la haute vallée. Ces formations se déposèrent là lors de l'exhaussement du talweg du Rhin par l'accumulation de puissants alluvionnements. Quand par la suite le cours principal du Rhin commença à divaguer plus vers l'Est, l'affluent vosgien éleva la surface de son propre cône de déjection sur le socle des alluvions rhénanes ; on voit affleurer celles-ci à hauteur du plan d'eau phréatique. Elles sont séparées des graviers vosgiens par une mince couche de conglomérat durci. Les graviers vosgiens superposés présentent souvent une structure entrecroisée et sont parfois coupés par des lentilles de limons loessiques sableux qui montrent par endroits des poches d'involutions avec intrusions de sables et de graviers, des effilochures et autres témoignages de l'action intense du gel et du dégel. On peut de même y repérer les lentilles de sables gris d'origine rhénane.

L'origine de l'énorme masse de graviers vosgiens transportés doit être attribuée à la désagrégation des roches pendant la dernière période glaciaire, où elles n'étaient pas protégées en haute montagne par un sol et par une végétation de couverture et où elles étaient exposées à l'action très intense des phénomènes de nivation prolongée, de gel et de dégel, enfin à l'érosion. Ces masses détritiques furent ensuite charriées jusque dans la plaine par les eaux torrentielles de la Bruche.

Les restes osseux de Mammifères quaternaires qu'on trouve dans les graviers vosgiens de la Terrasse de Lingolsheim confirment l'origine et l'âge glaciaire du sédiment : la faune à Mammoth, avec Rhinocéros laineux, petit Cheval sauvage, nombreux Rennes et Bisons y est largement représentée. L'Homme aurignacien qui y glanait la matière première pour ses outils en pierre taillée fréquentait les bancs de sable exondés. Il y enterra en tête des alluvions un adolescent du type *Homo sapiens*, avant la sédimentation du loess de couverture qui dut coïn-

cider avec une recrudescence de la sécheresse et du froid. Ce loess d'origine subaérienne contraste par sa couleur jaune clair avec le rouge des graviers sous-jacents.

Après sa sédimentation la Bruche creusa son lit dans ses alluvions et le sommet du loess commença à s'altérer sous les effets d'un climat devenu progressivement plus chaud et plus humide et se transforma en lehm humique cultivé par les Néolithiques. Quant au substratum d'alluvions rhénanes qui forme le socle du plateau on en a retiré par dragage dans les différentes ballastières quelques rares éléments de l'ensemble classique de la faune froide à Mammouth. Chronologiquement, leur formation, à laquelle il faut attribuer la même origine qu'aux graviers vosgiens, doit précéder de très peu celle des alluvions vosgiennes.

Laissant la route nationale à G on prend en direction W la route vers Hangenbieten. Après Holtzheim on traverse successivement le pont de la Bruche, la plaine alluviale de cette rivière sur une largeur de 1 km. en rive G et le pont du canal Vauban. De ce côté de la rivière, le cône d'alluvions quaternaires de la Basse-Terrasse de Lingolsheim a été balayé par l'érosion. Le tracé du canal suit le talus des hautes collines loessiques qui forment la Moyenne-Terrasse de Hangenbieten.

**Hangenbieten.** — On traversera le village jusqu'à son extrémité N où on bifurquera à D en empruntant un chemin carrossable au pied des collines jusqu'à la grande Briqueterie Jeuch située au lieu-dit Wellau; on y verra la coupe quaternaire la plus complète qui puisse être observée en Alsace. Pendant de nombreuses années elle a fait, ainsi que la coupe d'Achenheim, l'objet d'études minutieuses par P. WERNERT qui a réuni dans une Monographie remarquable les résultats de ses recherches paléontologiques et archéologiques sur les loess et les limons d'Achenheim et de Hangenbieten.

La coupe de Hangenbieten comprend, en parfaite horizontalité, toute une suite de sédiments fluviatiles et de limons de structure et d'origine différentes. Ces couches se distinguent les unes des autres par leur composition et par leurs teintes. Elles atteignent une épaisseur de près de 35 m., le seuil de l'extraction se trouvant à 152 m., le sommet à 187 m. Aux fins d'exploitation la carrière est divisée en deux étages par une plateforme (175).

Dans l'étage inférieur on distingue, à la base, des sédiments fluviatiles rhénans et vosgiens avec vases intercalées. Des limons stratifiés s'y superposent ainsi que deux couches épaisses de lehm rouge foncé, séparées par

un limon loessique jaune. Une troisième couche de lehm forme le seuil de la plateforme, c'est-à-dire le toit de la grande paroi inférieure.

L'étage supérieur n'est constitué que par des limons loessiques jaunes. Sur 6 m. d'épaisseur quatre zones de loess rubéfiés alternent avec des loess jaune clair dans la moitié inférieure de la coupe. Le haut montre un loess très clair traversé par deux rubans rubéfiés, lesquels ont un caractère régional : ils peuvent servir de repère pour situer le loess récent supérieur dans le Fossé rhénan. Le lehm de couverture brun foncé forme le sol arable.

Le substratum des sables gris rhénans, qu'on voit affleurer à la base de l'ensemble sur 6 à 8 m. d'épaisseur, est une vase argileuse grise, compacte, d'aspect lacustre et contenant des empreintes ferrétisées de tiges végétales, ainsi que des coquilles de Mollusques terrestres et d'eau douce de climat tempéré. Quelques rares ossements de Mammifères y ont permis d'identifier l'association faunistique représentée à la base des sédiments quaternaires anciens des gisements classiques de Mauer et de Mosbach dans la partie septentrionale du Fossé rhénan. On peut y localiser la présence de *Ursus deningeri*, *Equus mosbachensis*, *Cervus Alces latifrons* et autres restes indéterminables de Cervidés. M. GIGNOUX et R. FORRER y signalèrent *Hippopotamus major*.

Dans les sables gris superposés se dessine la typique structure entrecroisée qui décèle l'origine fluviatile rhénane de ce sédiment. Mais on y a aussi relevé par endroits des bancs fortement cryoturbés. La riche faune de Mollusques de ce dépôt comprend des espèces terrestres et fluviatiles de climat tempéré ; elle a été étudiée par A. ANDREAE et identifiée par lui à celle des alluvions quaternaires anciennes de Mauer et Mosbach. La tête des sables rhénans est séparée des vases sus-jacentes par un banc calcaire atteignant jusqu'à 0 m. 30 d'épaisseur. La mandibule de *Rhinoceros etruscus* repérée par W. FREUDENBERG et conservée dans les collections de Géologie de l'Université de Strasbourg doit en provenir.

La faune de Mollusques des vases est caractérisée par une association où certains éléments comme *Vallonia tenuilabris*, *Pupa columella*, *Pupa pygmaea* (parmi les coquilles terrestres) et *Planorbis rossmaessleri* (parmi les aquatiques) marquent l'avènement d'un climat froid. Cette observation est corroborée par les involutions intenses qu'ont subies les dépôts de vases et de limons mélangés à des effilochures de sables rouges vosgiens, montrant les effets de brassage et de pétrissage des sédiments dûs aux phénomènes de gel et de dégel observés déjà autrefois par E. SCHUMACHER (1883).

Les alluvions rouges des sables vosgiens présentent cette structure à un degré prononcé. La faune des Mollusques étudiée par A. ANDREAE (1884) y comprend, en plus des espèces nordiques déjà citées par lui pour les vases sous-jacentes, *Limnaea palustris* et *Planorbis riparius* qui accentuent encore ce caractère, surtout en ce qui concerne la composition quantitative des ensembles plutôt pauvres. Il en a souligné le caractère glaciaire en ajoutant qu'à cette époque le Renne avait dû être fréquent. La présence de ce Mammifère de climat froid a pu y être signalée effectivement par la suite, bien que le sédiment vosgien non calcareux ne se prête guère à la conservation des ossements fossiles, qui y sont rares.

Le lehm d'altération des loess anciens sableux, dans lesquels s'intercalent les bancs de sable vosgien, est une argile de couleur rouge-brun atteignant jusqu'à 4 m. d'épaisseur et en surface de laquelle se trouve un niveau fossilifère à ossements de Mammifères, de caractère climatique indifférent. Un loess jaune à petites coquilles terrestres le couronne, son sol étant formé d'un lehm brun d'un mètre d'épaisseur dont le sommet porte parfois des ossements pris dans des concrétions. De rares outils atypiques taillés dans des galets de la Bruche quaternaire et témoignant de la présence de l'Homme paléolithique ancien se trouvent sporadiquement dans ces limons.

Il faut souligner que l'on ne relève plus aucune trace de cryoturbation dans toute la masse des limons loessiques superposés en strates horizontales aux sables rouges, sur une épaisseur d'au moins 12 m. Ces phénomènes ne réapparaissent qu'à 5 m. au-dessus de la plateforme sur laquelle s'élève l'étage supérieur de l'exploitation. Tous ces sédiments horizontaux lités ou altérés sont caractérisés par une séquence de sols ayant été longtemps exposés aux agents atmosphériques. Ils témoignent de la durée certainement très grande de leur formation. Les restes de Mammifères et de Mollusques y sont clairsemés, de même que les outils paléolithiques en pierre taillée. On peut en voir l'explication dans le fait que le sommet du plateau n'offrait pas les possibilités d'abri que présentaient les ravins de la berge se trouvant alors plus à l'Est qu'aujourd'hui.

La zone rubéfiée à poches de cryoturbation correspond à la dernière phase du Moustérien. Visible à 5 m. 50 au-dessus de la plateforme, elle permet de distinguer dans la coupe de l'étage supérieur un loess un peu plus foncé et zoné à grandes coupées, d'un loess clair à deux rubans rubéfiés et à petites concrétions. Le Moustérien dut connaître alors l'épisode le plus froid dans son développement. Tout au sommet de la coupe de rares vestiges d'une dernière occupation humaine doivent être attribués

à la fin du Paléolithique. Les zones brunes et les rubans rubéfiés doivent correspondre à des arrêts passagers dans la sédimentation des poussières subaériennes et à des formations de sols dues à un changement de climat, c'est-à-dire à des phases plus humides, — d'où décalcification partielle des strates loessiques brunies et formation de concrétions.

En aucun endroit de la coupe on ne peut observer de discordance apparente, ce qui fait penser, peut-être à tort, à une sédimentation ininterrompue et à la conservation intégrale des couches.

La tête des alluvions anciennes qui forme le socle de la chaîne de collines fortement morcelées qui bordent la rive G de la vallée de la Bruche se trouve à environ 166 m. On retrouve les éléments de cette terrasse jusqu'à Mundolsheim. Dans le village voisin, à Achenheim, la tête des alluvions est à 165 m. Cette agglomération se trouve au N de la Tuilerie Jeuch ; on l'atteint soit par les hauteurs, soit par un bon sentier qui traverse, en partant du seuil de la briqueterie, le petit bois de la Wellau.

**Achenheim.** — Le village est situé à l'intersection de l'escarpement E de la Terrasse de Hangenbieten, avec l'escarpement N de la Terrasse dite de Schiltigheim. Celle-ci est beaucoup plus récente et moins élevée que la première dans laquelle elle s'emboîte. La Terrasse de Hangenbieten est coupée en cet endroit par un vallon qui, long de 10 km., la scinde perpendiculairement ; le ruisseau qui y coule débouche dans la plaine où ses eaux sont captées par le canal Vauban. Plusieurs loessières sont exploitées par les Briqueteries Hurst et Sundhauser sur sa rive méridionale. On en visitera les excavations à l'W d'un chemin vicinal carrossable qui monte sur le plateau.

A première vue on s'aperçoit que les limons de couverture de la Terrasse ancienne ne se raccordent pas avec ceux de la Wellau. Il apparaît dans les coupes de la loessière Sundhauser-Ouest que la Terrasse de Hangenbieten est en réalité dédoublée. Il n'en subsiste que quelques lambeaux découpés par l'érosion fluviale, comme on peut le voir dans le couloir aménagé et orienté vers l'W, sur la plateforme de l'exploitation. La tête des anciennes alluvions vosgiennes fortement cryoturbées s'y trouve à la cote 165. Au-dessus, la sédimentation horizontale des alluvions et des limons loessiques sableux est brusquement arrêtée par un ravinement accentué sur les pentes N et E, la discordance partant du limon rouge ancien du plateau. Un surcreusement de 25 m. a été provoqué dans les dépôts d'alluvions anciennes et on peut parfaitement suivre l'allure relativement abrupte des berges anciennes dessinées par un limon de pente brun foncé qui tranche sur le fond clair des alluvions horizontales.

Ce surcreusement eut pour effet de démanteler les limons du plateau surplombant qui furent entraînés sur les pentes des berges où ils constituèrent de vastes cônes de déjections de matériaux colluviaux, reconnaissables à leur structure litée et à leur couleur foncée. Les surcreusements du Rhin et de son affluent vosgien ont évidemment affecté toute la largeur de la plaine ello-rhénane, jusqu'au palier de base constitué par une surface d'alluvions rhénanes à la cote 140. La phase de surcreusement et d'érosion intenses doit correspondre à un laps de temps très long, à un Interglaciaire qui doit être celui de Mindel-Riss, pendant lequel les dépôts de couverture de la Terrasse ancienne furent mis à contribution, d'où impossibilité de raccorder la stratigraphie entre les limons loessiques couronnant la tête des alluvions à Achenheim et à Hangenbieten. D'autre part on doit peut-être attribuer un âge interglaciaire Mindel-Riss à une grande partie de la masse des limons loessiques superposés en strates horizontales dans la loessière Jeuch-Wellau à Hangenbieten.

Dans l'échancrure ouverte dans la terrasse ancienne par le surcreusement, l'épaisseur des limons stratifiés, des loess éoliens et des lehms qui l'ont remblayée et qui s'y sont fraîchement déposés atteint près de 33 m., dont 30 correspondent aux formations du loess ancien. Les couches, de structure et de couleurs différentes, sont nombreuses. Dans toutes il a été possible de repérer la présence très sporadique de l'Homme paléolithique qui y abandonna quelques outils taillés sur éclat ou dans des galets. En dehors d'un amoncellement de boules de loess, aucun atelier n'a pu y être signalé. Quelques petits foyers circulaires ont pu être relevés ; les lieux semblent avoir été choisis comme halte de chasse et n'ont pas servi d'habitat longuement occupé.

Les données paléontologiques mettent en évidence une lente évolution d'un climat d'abord chaud et continental, puis steppique, redevenant chaud et plus humide et finissant par un long épisode froid. *Helix pomatia*, *Zonites acieformis*, *Helix arbustorum* ainsi que *Helix nemoralis* sont parmi les Mollusques de type interglaciaire les plus caractéristiques. Les Mammifères les plus significatifs pour le climat chaud sont *Elephas antiquus* et *Rhinoceros mercki*, tandis qu'on trouve *Elephas trogontherii* et *Elephas primigenius* dans les sédiments formés sous un climat steppique ; au sommet, le Renne *Rangifer tarandus*, fossile typique d'un climat arctique, marque l'avènement d'une période glaciaire.

Le loess ancien très pur et nettement éolien est clôturé par un relief d'érosion indiquant un nouveau changement de climat. Sur ce relief vint se former un sol lehmifié épais qui par endroits devait atteindre 4 m.

d'épaisseur. C'est ce vieux sol humifère, actuellement presque complètement disparu par l'exploitation, qui avait permis à E. SCHUMACHER de diviser le loess en deux sédiments différents : celui accumulé en surface du lehm ayant été désigné par lui comme Loess récent, et celui se trouvant en-dessous comme Loess ancien.

Le ravinement interrompu par la lehmification très intense du Loess ancien marque dans la coupe à stratification assez régulière une discordance très prononcée qui signale l'avènement d'un changement de climat, redevenu humide et tempéré après une longue phase sèche correspondant à la sédimentation du loess ancien supérieur d'origine subaérienne. Ce ravinement eut pour effet, en bas niveau, de donner lieu à un commencement de l'accumulation de la Basse-Terrasse au pied de la Terrasse plus ancienne dans laquelle elle s'emboîte.

A son tour le lehm fut raviné par l'érosion. C'est au début de la dernière glaciation que se forma le Loess récent sableux à faune froide et rare Moustérien typique, puis le Loess récent pur, éolien, fortement cryoturbé. Son fossile caractéristique est le Renne ; on y a trouvé quelque rare outillage paléolithique supérieur. Ces derniers loess vinrent se mouler sur le plateau et les pentes du relief dont ils épousèrent les formes.

Un dernier ravinement permet de situer une discordance très nette en surface du Loess récent, dans lequel viennent s'emboîter sur la pente septentrionale de la Terrasse des dépôts fluviatiles ou lacustres accumulés par le ruisseau d'Achenheim jusqu'à 7 m. au-dessus de son cours actuel. Cet épisode doit être attribué à l'avènement de la période postglaciaire et des temps actuels géologiquement parlant.

Pour trouver la Basse-Terrasse dite de Schiltigheim, on traversera le village d'Achenheim en direction E jusqu'au cimetière installé dans cette terrasse (154). Au carrefour obliquer à D et descendre la pente de la berge jusqu'au niveau de la plaine d'alluvions de la Bruche (147) en la longeant vers l'aval parallèlement au canal Vauban. A proximité on pénètre dans la Tuilerie des Entreprises Réunies (anciennement Eug. Schaeffer). Les trois fronts de taille de la vaste et très ancienne exploitation pratiquée à partir de la berge dans les limons loessiques de cette terrasse atteignent jusqu'à 10 m. de hauteur. La carrière est limitée vers le N par la route de Strasbourg. La terrasse ne subsiste qu'à l'E du village ; sa surface passe de 155 à 140 m. vers l'aval, où elle s'élargit jusqu'aux abords de la ville de Strasbourg et vers le N jusqu'à Souffelweyersheim. Sa limite méridionale est donnée par le ruisseau d'Achenheim ; elle fait complètement

défaut au S de celui-ci où ses accumulations ont été entièrement balayées par l'érosion fluviale jusqu'au niveau du talweg actuel de la Bruche. Elle n'a aucun caractère commun avec la Basse-Terrasse de Lingolsheim dans laquelle l'accumulation des graviers vosgiens, et non le loess, forme l'élément caractéristique du dépôt.

La masse des limons y présente une teinte uniformément jaunâtre, le loess étant légèrement lehmifié vers la base, et plus argilo-sableux dans la moitié inférieure de la coupe ; il est assez pur vers le sommet. Les coquilles de Mollusques aquatiques, Limnées et Planorbis, prédominent dans les couches sableuses et elles manquent plus haut où on trouve les types classiques des Mollusques terrestres du loess : *Helix hispida*, *Succinea oblonga* et *Pupa muscorum*. Le substratum qui affleure rarement est constitué par un limon fluviatile rougeâtre et des sables rouges vosgiens qui correspondent à la tête des alluvions de la Terrasse de Schiltigheim se trouvant être au niveau de la plaine.

Quelques rares outils atypiques de technique moustéroïde proviennent des parties basales de la coupe, de même que de nombreux restes de Mammifères appartenant à la faune classique du Mammouth. Ce n'est que dans la partie supérieure du loess récent qu'ont été repérées quelques traces du passage de l'Homme paléolithique supérieur avec des restes de Mammifères parmi lesquels prédomine le Renne. Ce ne sont que ces sédiments supérieurs de la coupe qui sont contemporains de la formation de l'ensemble du plateau de la Basse-Terrasse de Lingolsheim.

Toute la masse des loess récents et de leur soubassement a subi les effets d'une cryoturbation intense dont les involutions, malheureusement très effacées dans le loess, corroborent le témoignage de la faune nettement froide qui y a été signalée ; cette formation s'est faite sous un climat froid et sec, et l'occupation humaine de la Basse Terrasse a été presque nulle pendant toute la durée de la dernière glaciation.

Le sol de surface lehmifié se détache de la roche-mère jaune clair par sa couleur brun foncé. Il date de la période postglaciaire dont le climat progressivement humide succéda au temps sec de la période glaciaire. Le peuplement silvatique commença par envahir la roche-mère détritique et par former le sol lehmifié, devenu fertile par la bonification en humus. Il était déjà en place lorsque les peuplades néolithiques prirent possession du pays. Les fonds de cabane creusés dans le lehm et dans la surface du loess sont souvent visibles au sommet de la paroi E de la loessière.

On rentre à Strasbourg par la D 45 qui pourrait par places occuper la route ancienne préromaine et romaine de Strasbourg au Donon, lieu sacré celtique. Elle longe de très près la plaine alluviale de la Bruche, occupée ici par d'anciens méandres de la rivière, et le canal de la Bruche non navigable qui a servi dit-on aux ingénieurs de Vauban pour transporter les moellons de grès triasique exploités à Soultz-les-Bains, en vue de la construction des fortifications de Strasbourg.

On traverse le faubourg de Koenigshoffen, imprégné de souvenirs de l'ancienne station romaine. On y remarquera de grandes brasseries : Freysz et Prieur à G, Gruber à D. L'emplacement de ces brasseries est déterminé par des raisons en partie géologiques : possibilité de creuser dans la masse de loess de bonnes caves, à une époque où elles étaient indispensables pour la conservation de la bière.

On rentre en ville par la Basse-Terrasse à couverture loessique qui porte l'église Ste Aurélie (voir excursion n° 1).



## Excursion n° IV : Les Rieds de l'Ill et de l'Andlau.

---

Quaternaire ; alluvions récentes et loess récents.

*Itinéraire* : Limersheim, Hindisheim, Krautergersheim, Innenheim, Blaesheim, Geispolsheim, Entzheim, Lingolsheim.

*Cartes* : G 80.000 Strasbourg.

T 50.000 Strasbourg.

T 20.000 Strasbourg 1-2 et Strasbourg 5-6.

Entre Strasbourg et Sélestat, la plaine ello-rhénane occupée par l'Ill et ses alluvions forme un ried ou plaine humide peu ou pas distinct ici du ried rhénan, séparé des collines sous-vosgiennes par une terrasse d'alluvions anciennes recouverte de loess récent lehmifié en surface. Cette terrasse est elle-même subdivisée en deux zones : à l'W la terrasse de Niedernai, à l'E la terrasse d'Erstein ; elles sont séparées l'une de l'autre par un ried intermédiaire, le ried de l'Andlau parcouru par quelques rivières ou canaux qui s'en échappent pour rejoindre le ried de l'Ill par de véritables petites gorges à travers les alluvions anciennes et le loess. De l'amont à l'aval ces rivières se nomment la Scheer, l'Andlau, l'Ergelsbach. Leurs alluvions récentes recouvrent le loess ou le fond des vallons creusés dans le loess. En surface la topographie de l'ensemble est très plate, sauf aux points où apparaît une butte de loess qui n'a d'ailleurs lui-même que un à quelques mètres d'épaisseur.

Les loess d'Erstein et de Niedernai portent de riches cultures : céréales, tabac, betteraves, quelquefois des choux, plus rarement du houblon. La terrasse d'Erstein loessique et lehmifiée en surface montre particulièrement bien des trains de crêtes hautes de 0 m. 50 à 1 m., dénivellant la surface des champs, plate dans l'ensemble. E. JUILLARD les attribue uniquement au labour depuis les temps gallo-romains, mais l'allure de diverses de ces

crêtes fait soupçonner l'existence d'une topographie antérieure contemporaine du dépôt du loess, adoucie lors de la lehmification, maintenue et régularisée par l'homme au moment des labours (E. JUILLARD).

Le ried est de culture difficile. Il est occupé par des prairies ou des bois humides, riches en lapins de garenne, et en faisans à l'orée des bois. Les cigognes viennent y chercher leur nourriture. L'animal le plus abondant est le moustique.

Se rendre par le train de Strasbourg à Limersheim. Dès la gare on quitte la Basse-Terrasse de loess de Ste Aurélie ; on accède à nouveau à cette terrasse à Geispolsheim. On traverse l'Altergelsenbach, puis après Fegersheim, on traverse l'Andlau. On se trouve à l'extrémité septentrionale de la Terrasse d'Erstein (150) ; cette terrasse domine de 2 à 4 m. la plaine de l'Ill par un abrupt à regard oriental laissant parfois percevoir à son pied le socle sablo-caillouteux fluviatile de la terrasse, socle qui ne domine lui-même la plaine que de quelques décimètres. Le loess est récent, à Succinées et petites poupées, pur, peu lehmifié, épais de 3 m. 40 à Erstein ; il recouvre au moins 23 m. d'alluvions fluviatiles sablo-caillouteuses (G. DUBOIS et J.-P. ROTHE). On traverse la Scheer qui décrit des méandres garnis de petites terrasses sablo-caillouteuses sans loess ou à loess remanié.

Limersheim station (151). En marchant directement vers l'E on peut à travers champs toucher le Ried de l'Ill (147). Revenir vers l'W par le chemin IC 7 et traverser la Scheer aussitôt après la voie ferrée. Hindisheim (149). Après la traversée de l'Andlau on retrouve un peu de terrasse avec loess au N et ried boisé au S. Au carrefour (149,8) prendre IC 161 vers Blaesheim. Après la traversée de l'Ergelsenbach tourner à G dans un champ. Une petite butte limoneuse loessique légèrement bombée livre en surface des éclats de taille de silex vraisemblablement néolithiques.

Reprendre IC 7 vers Krautergersheim. Dans les champs voisins la terre humique contient des nodules de fer des marais. A l'occasion de travaux d'aménagement effectués en 1890, E. SCHUMACHER a pu voir ces dépôts, épais de 2 m. à 2 m. 50, reposer sur des sables et cailloux fluviatiles sensiblement à la même altitude que ceux de la terrasse d'Erstein.

Au voisinage de l'Ergelsenbach (151) une gravière montre :

3 vase tourbeuse noire	0 m 40
2 vase grise, sableuse au sommet	0 m 20
1 gros graviers en général d'origine alpine	

Dans la vase tourbeuse on peut observer des débris végétaux abondants, tissus de Cypéracées, *Phragmites*, Fougères, spores de *Polypodium*, nombreux pollens d'arbres, de Graminées, de *Typha*. Au début de l'histoire palynologique de ce sédiment le Pin est seul ; il demeurera constamment dominant. Puis débutent les autres essences : poussée d'Aulne d'abord, ensuite croissance du Sapin. La Chênaie mixte (Chêne, Orme, Tilleul) est faiblement développée ; le Hêtre, le Bouleau et le Coudrier sont peu représentés. Le marais commence à la phase Atlantique et a été submergé pendant cette période (an —1500 à nos jours).

Traversée de l'Ehn. A Krautergersheim on monte sur la terrasse de Niedernai (153) ; un abrupt d'érosion à regard oriental rappelle celui de la terrasse d'Erstein. Innenheim se trouve au débouché du Rosenmeer dans le ried. A la Chapelle Wolffs une vieille loessière entame la terrasse.

Blaesheim est construite au pied d'une colline surmontée d'une tour, le Glockelsberg (198,3) ; cette butte d'Oligocène supérieur montre des marnes grises exploitées autrefois et de la molasse sableuse visible dans quelques chemins creux ; la pente est forte et glissante au S vers Blaesheim, douce et loessique vers le N.

Geispolsheim (148). On monte sur une crête de loess (150), reste d'une terrasse loessique un peu plus élevée que la terrasse actuelle de Lingolsheim.

Entzheim — Près de l'aéroport on se trouve sur le plateau de Lingolsheim. La vue s'arrête à une ligne de collines qui forme écran à 50 m. au-dessus du plateau, de Dachstein à l'W à Mundolsheim au N : ce sont les collines de l'Oligocène de Kolbsheim dans lesquelles s'emboîtent vers le N les sédiments de la terrasse de Hangenbieten ; on aperçoit au loin la tache claire de la vaste carrière de cette localité (voir excursion n° III).

En bordure de la Nat. 425, entre cette route et la Nat. 392, a été effectué un sondage de recherche, successivement par les Mines Domaniales de Potasse et les Services du Pétrole de Pechelbronn. Il a donné les résultats suivants : altitude du point de sondage (151,25).

44	à	135,50	Chattien Marnes et molasse
0	à	44	Loess et alluvions sableuses rouges
135,50	à	275	Marnes à Cyrènes
275	à	638,50	Sables argileux à <i>Clupea longimana</i>
638,50	à	660	Marnes à <i>Amphisile heinrichi</i>
660	à	670	Marnes à Foraminifères
670	à	1842	Sannoisien Zone salifère supérieure (avec sel massif de 737 à 831 et de 1365 à 1828)

1842	à 1857	Eocène
1857	à 1908	Callovo-Oxfordien
1908	à 1966	Grande Oolithe
1966	à 2017,70	Bajocien

Les formations du plateau de Lingolsheim peuvent être étudiées dans la ballastière Rieb-Vogel exploitée à 200 m. environ du passage à niveau d'Entzheim, sur le côté N de la route menant à Hangenbieten. On y voit des coupes très nettes de 5 à 6 m. de hauteur, constituées par des graviers de couleur rougeâtre intense, couronnés d'un mince manteau de 1 m. environ de limon loessique jaune clair légèrement sableux et altéré en surface en lehm brun. Ces coupes se détachent en parois abruptes contre un étang dragué, du fond duquel sont extraits des graviers gris d'assez gros calibre qui sont malaxés sur place.

En bordure N de la route de Strasbourg, très près d'Entzheim, une mare relique témoigne d'un ancien bras de la Bruche coulant sur la terrasse de Lingolsheim et aujourd'hui asséché. On rentre à Strasbourg par la Basse-Terrasse de Lingolsheim (146-148) et la terrasse latérale de Roettig (voir excursion n° III).

## Excursion n° V : Hochfelden-Mommenheim.

---

Trias supérieur et Jurassique inférieur du champ de fractures de Saverne.

*Itinéraire* : Hochfelden, Schaffhausen, Mutzenhausen, Waltenheim, Mommenheim.

*Cartes* : G 80.000 Saverne.  
T 50.000 Brumath.  
T 20.000 Brumath 1-2.

En gagnant Hochfelden de Strasbourg par le train, on peut observer à D les loessières de Schiltigheim, au loin à G la Haute-Terrasse de Hausbergen. On traverse à Vendenheim le canal de la Marne au Rhin et on circule jusqu'à Stephansfeld sur la Basse-Terrasse à couverture loessique de Hoerdt. Après Brumath, on entre dans la plaine alluviale de la Zorn. A D les coteaux d'alluvions anciennes sableuses recouvrent du Pliocène ; le loess existe sur les hauteurs. A Mommenheim, où se trouve la bifurcation avec la ligne de Sarreguemines, on coupe la vallée du Minversheimerbach. A G, au S, le horst du Kochersberg-Waltenheim montre un relief accentué dû surtout aux marnolites du Marsallien supérieur faisant saillie plus haut que les territoires liasiques adjacents.

Hochfelden. — A l'inverse d'un dispositif fréquent dans le pays du Bas-Kochersberg, le flanc N de la vallée de la Zorn offre des pentes loessiques raides, tandis que le flanc S offre des pentes douces dépourvues de loess.

Tourner à D à l'église, vers les briqueteries. Le front d'exploitation abandonné montre 6 m. de loess reposant sur 2 m. de Pliocène caillouteux et argileux. Dans la grande loessière plus bas, on voit 2 m. de lehm et 4-5 m. de loess. La loessière latérale n'a qu'1 m. de lehm. Revenir au centre de l'agglomération en longeant la brasserie Meteor.

La brasserie, pour satisfaire à ses besoins d'eau, a fait faire au hasard des conseils d'un sourcier un forage dont le bâtiment de pompage est visible dans un jardin entre la voie ferrée et la Zorn. L'eau annoncée en abondance à 40 m. de profondeur a été rencontrée beaucoup plus bas dans le grès infraliasique. La coupe du forage est la suivante (G. DUBOIS et L. GUILLAUME). Altitude 155 m. :

Terre végétale et alluvions récentes de la Zorn	2 m
Charmouthien, marnes feuilletées à <i>A. margaritatus</i>	16 m
calcaires à <i>Deroceras davoei</i> et marnes à <i>Waldheimia numismalis</i>	7 m
Lotharingien argileux pauvre en fossiles	25 m
Sinémuro-Hettangien, calcaires et marnes à Gryphées interstratifiés	43 m
Rhétien, argile rouge. . . . .	7 m
grès infraliasique gris clair et schistes noirs	6 m
Marsallien, marnes bariolées rouges, verdâtres, violacées	2 m

L'eau provient de la base des calcaires à Gryphées vers 80 m. de profondeur et surtout du grès infraliasique à 100-106 m. de profondeur. On notera l'altitude de l'argile rouge + 62 et celle du grès + 65 à + 69.

Traverser la voie ferrée Paris-Strasbourg au passage à niveau et suivre la route de Schaffhausen. Traverser la Zorn, puis le canal de la Marne au Rhin vers 160-162 m. ; la terrasse d'alluvions est faite surtout de gros galets blancs provenant d'un remaniement du Pliocène des environs de Saverne. A G, existe un four à chaux. A D de la route, affleurent le Sinémurien et l'Hettangien (petite carrière près du canal). Tout le compartiment est séparé de celui où se trouve le sondage de la Brasserie par une faille en direction rhénane.

Après l'angle de la route, on circule dans les champs pour rencontrer des vestiges de déblais des carrières de calcaire à Gryphées Hettango-Sinémurien (carrières Brill, anciens fours à chaux). Les couches autrefois bien visibles sur 10 m. d'exploitation inclinaient de quelques degrés vers le SE. Des phénomènes de cryoturbation sont visibles sur environ 2 m. d'épaisseur.

Les couches montrent en alternance :

- a) des bancs calcaires gris bleuâtres, 10 à 20 cm. d'épaisseur, exploités pour la fabrication de la chaux ;
- b) des bancs marneux schistoïdes, noirs, imprégnés de substance bitumineuse et de pyrite, 50 cm. d'épaisseur. Vers la partie supérieure, les marnes sont ocres par altération de la pyrite.

On y rencontre : *Gryphaea arcuata*, *Lima gigantea*, *Rhynchonella gryphitica*, *Spiriferina walcotti*, *Belemnites acutus*, *Pentacrinus tuberculatus*, *Arietites bucklandi*, *Schlotheimia angulata*, *Psiloceras planorbis*. Les schistes et marnes sont riches en pistes de Vers : *Chondrites bollensis*, et également en écailles de Poissons. En outre on peut y trouver des coprolithes et des débris de vertèbres d'Ichthyosaures. Dans les coprolithes on reconnaît des débris calcaires provenant de Foraminifères, Brachiopodes, Lamellibranches, Gastéropodes, Ostracodes, Echinodermes et Poissons (F. FIRTION).

Au N de la région des carrières, c'est le Rhétien (165 à 180) qui affleure jusqu'au canal et jusqu'au ruisseau de Rohrbach. Un peu au S

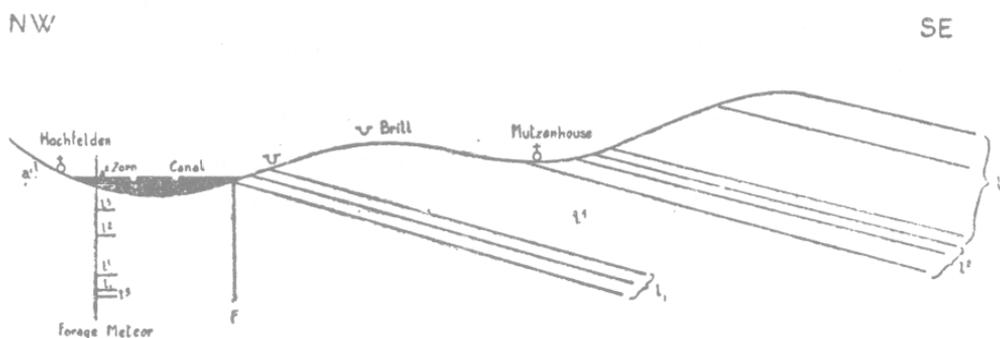


Fig. 7. — Coupe schématique de Hochfelden à Mutzenhouse. a<sup>2</sup> alluvions récentes ; — a<sup>1</sup> limons loessiques ; — 1<sup>3</sup> Charmouthien (grès à *A. spinatus*, marnes à *A. margaritatus*, calcaires à *D. davoei*, marnes à *W. numismalis*) ; — 1<sup>2</sup> Lotharingien ; — 1<sup>1</sup> Hettango-Sinémurien (calcaires à Gryphées) ; — 1, Rhétien (marnes de LEVALLOIS, grès) ; — 1<sup>3</sup> Marsallien.

de ces carrières, au moulin Muhlhardhof de Schaffhausen, des travaux de construction ont permis de voir un affleurement d'argile rouge rhétien (niveau de LEVALLOIS) vers l'altitude 165.

Couper à travers champs en perpendiculaire à la route de Hochfelden à Hohfrankenheim, pour rejoindre celle de Hohfrankenheim à Mutzenhausen près de la cote 195,7. Dans le fossé à D de la route, avant les premières maisons du village, on touche le calcaire gris bleu, blanc en surface à *Deroceras davoei*. Le calcaire montre de très petites traces chondritiques ; il a livré autrefois les fossiles caractéristiques et surtout des Bélemnites.

A l'église, tourner à D vers le S et monter par un large chemin non carrossable qui, tout le long de la traversée du Grossen Wald, montre un affleurement de marnes à ovoïdes du Charmouthien moyen ; les ovoïdes sont fréquents ; on y récolte parfois *Amaltheus margaritatus*. Vers l'altitude 236-240, dans les champs surtout à l'W du chemin, se trouvent les grès calcaires médioliasiques du Charmouthien supérieur à *Amaltheus spinatus*, Bélemnites.

Ici le mieux, si la saison et l'état des cultures le permettent, est de marcher à travers champs et vignobles vers l'ENE, de façon à joindre à 150 m. au N de la cote 250,3, le sentier bordier du Stangen Wald, au lieu dit le Himrich. On passe divers détails mal observables dans cette forêt à sol constitué de marnes à ovoïdes du Charmouthien.

Traversant une faille qu'on reviendra presque toucher du doigt ultérieurement, on arrive au Gipsberg où se trouve une ancienne exploitation de grès rhétien. On n'y voit d'ailleurs que des blocs de grès jaune paille. Un peu plus loin au S les taupes ramènent parfois à la surface des terres roses (marnes de LEVALLOIS). Mais il vaut mieux retourner vers l'W en descendant le long d'un ruisseau généralement à sec où s'observent des argiles noires ou grises du Rhétien inférieur recouvrant des marnolites violettes, blanches ou rosées.

On ira toucher la faille annoncée plus haut : en débouchant en bas de la forêt dans un vignoble et en rejoignant un chemin, on y voit côte-à-côte, au même niveau, des marnes à ovoïdes du Charmouthien moyen et des marnolites gris blanc à teintes violacées du Marsallien supérieur.

Deux chemins contournent le Gipsberg : laisser celui de D qui monte rapidement pour suivre celui de G qui demeure à peu près horizontal. Ce chemin suit pour un temps le contact des marnes rouges gypsifères et des marnolites blanches et marnes violacées. On marche tantôt sur une couche, tantôt sur l'autre. Le gypse est ici en position secondaire dans des fissures.

Descendre alors directement dans la prairie pour rejoindre l'entrée d'une ancienne gypsière à parois plus ou moins effondrées. Une paroi à D montre les marnes rouges du Marsallien avec du gypse plus ou moins fibreux dans des fissures. Des marnolites violacées et rouges souvent éboulées les recouvrent dans l'escarpement en face.

On exploite par galeries larges et rectilignes une carrière souterraine dans les marnes rouges. Sur une épaisseur totale de 10 mètres, se succèdent :

7 gypse lité cristallisé banc rouge	0,80 à 0,50
6 anhydrite roche blanche	1 m environ
5 gypse cristallisé	0,50 à 0,80
4 gypse avec calcaire	
3 calcaire dolomitique	
2 marne grise	
1 anhydrite et gypse non exploités	

En descendant vers le four à plâtre, on a chance de récolter des blocs de roche-mère primitive du gypse blanc : c'est une anhydrite grise, contenant des cristaux de gypse primitif gris brillants.

Le gisement est au total très pauvre maintenant. Aussi ne doit-on pas s'étonner de trouver parfois au bord du canal de la Marne au Rhin, au voisinage du four à plâtre, du gypse gris saccharoïde avec quelques cristaux en fer de lance, provenant de l'Eocène de la cuvette parisienne et amené ici au four par bateau.

Le massif du Gipsberg est parcouru par une ou plusieurs failles qui abaissent vers l'E un ou plusieurs compartiments, car les orifices d'anciennes gypsières entrant dans la masse rouge sont à des niveaux différents ; l'un est au niveau de la route quand on se dirige vers Waltenheim. Une autre faille plus importante est révélée parce qu'il a été vu du Char-mouthien au voisinage de l'église de Waltenheim.

Ainsi de Mutzenhausen à Waltenheim, on vient de traverser le horst Kronthal-Kochersberg-Waltenheim, élément tectonique parmi le champ de fractures de Saverne, très près de sa bordure orientale, elle-même marquée par la faille rhénane.

En se dirigeant vers le N on gagne la station de Mommenheim ; retour par train à Strasbourg.

## **Excursion n° VI : Le champ de fractures du Scharrachberg.**

---

*Itinéraire* : Westhoffen, Bergbieten, Dangolsheim, Soultz-les-Bains, Wolxheim, Scharrachbergheim, Odratzheim.

*Cartes* : G 80.000 Strasbourg.  
T 50.000 Molsheim  
G 25.000 E. L. Molsheim, Wasselnheim et Geispolsheim  
T 20.000 Molsheim 3-4

A travers ce champ de collines sous-vosgiennes le plus proche de Strasbourg, généralement faillé de manière confuse, ressortent quelques éléments tectoniques.

Le horst du Kronthal-Waltenheim, déjà étudié lors de l'excursion précédente, se détache des Vosges gréseuses à l'W de Westhoffen et se continue en direction NE. Hâché de nombreuses failles d'ordre secondaire, il est surtout constitué de grès vosgien, d'abord sans, puis avec carapace de calcaire coquillier ; il est traversé par le défilé du Kronthal suivi par la route Nat 4 entre Marlenheim et Wasselonne ; le calcaire coquillier domine près de Marlenheim et les marnes irisés au Kochersberg ; au Gipsberg de Waltenheim dominent les marnes irisées et le Lias. Le flanc NW du horst est longé de terrains à dispositif tabulaire presque calme de la région de Wasselonne-Marmoutier.

Le fossé de Balbronn s'étend en même direction SW-NE au pied tectonique et généralement topographique du horst précédent. Entre Niederhaslach et Still dominant le calcaire coquillier, entre Flexbourg et Traenheim les marnes irisées, plus au NE le Jurassique. Le Scharrachberg est une côte de conglomérat oligocène dominant le Jurassique ; il appartient quant à sa partie principale au fossé de Balbronn.

Au SE le horst de Dinsheim-Mutzig-Wolxheim offre des affleurements de grès vosgien au SW, de Grande Oolithe et de conglomérat oligocène

au NE. Le fossé de Balbronn et le horst de Mutzig s'envoient tous deux rapidement dans la masse oligocène marneuse et limoneuse de Kolbsheim.

Ce petit pays fournit un exemple remarquable d'événements tectoniques alpins épousant des directions dominantes hercyniennes. La course permettra d'observer quelques détails stratigraphiques et tectoniques des plus visibles du fossé de Balbronn et des collines fracturées du massif du Scharrachberg entre Wolxheim, Soultz-les-Bains et Dahlenheim.

Un tramway suburbain mène de Strasbourg à Westhoffen. La localité (190) est bâtie au pied de collines gréseuses et calcaires du horst du Kronthal. Prendre la route D 54 vers Bergbieten.

Un coteau permet d'observer successivement, plus ou moins nettement, en couches très faiblement inclinées vers le SE : des marnes grises (Puttelangien) très légèrement irisées, se terminant par des lits feuilletés (couches à *Estheria latitexta* sur le côté N d'un sentier en tranchée) ; — des grès verdâtres (Marsallien) argileux, micacés ou grès à roseaux (surtout sur le côté S du dit sentier) ; — puis des marnes vaguement rouges et quelques traces de dolomie en plaquettes blanches (dolomie moyenne d'ÉLIE DE BEAUMONT).

Après le croisement de la route avec celle de Balbronn à Traenheim (238), on passe une faille. On revoit les marnes grises du Puttelangien légèrement feuilletées (couches à *Estheria*) puis le Marsallien. Une ancienne carrière à G permet d'observer le grès à roseaux gris jaunâtre avec fossiles : *Equisetites arenaceus* ; — plus haut des marnes rougeâtres et au carrefour (260) avec un chemin creux se dirigeant vers Irmstett, des dolomies blanches en dalles avec quelques cargneules. On suit ces roches faiblement inclinées, puis de nouveau des marnes rouges.

En une dernière tranchée, les grès à roseaux sont rougeâtres : une faille presque longitudinale par rapport à la route montre ce grès à roseaux, plus au S de la route, qu'au N de celle-ci. Sous ce grès on trouve un grès schistoïde puttelangien à *Estheria latitexta* ; il y a quelques années le gisement livrait ce fossile en grande quantité.

Passer au calvaire (190,4), traverser successivement le ruisseau de la Niedermatt, l'agglomération de Bergbieten, et deux affluents de la Niedermatt. On a à l'E une belle vue vers le Scharrachberg, montrant la colline oligocène dominant au N un éperon de calcaire oolithique, puis au S du calcaire coquillier.

Dangolsheim. La partie inférieure du village est sur les marnes grises

puttelangiennes, la partie haute sur le calcaire coquillier fédéricien. Sur la route de Dangolsheim à Soultz-les-Bains, un peu avant le cimetière de cette dernière commune, une loessière montre au moins une couche intercalée lehmifiée.

Soultz-les-Bains (173). Entre l'agglomération et la gare, profiter (surtout l'hiver) d'une vue dégagée de maisons pour regarder vers l'E un remarquable paysage tectonique, au-delà des carrières qui exploitèrent notamment les grès qui servirent à la construction des fortifications de Strasbourg au temps de Vauban.

Sur la D vers le SE, le grès rouge à *Voltzia* vaslénien est surmonté de grès coquillier blanc ruauxien. Sur la G, grâce à une faille, le grès blanc vient, à peu près au même niveau, faire face au grès rouge. Une autre faille encore plus à G abaisse tout le Franconien : le calcaire coquillier gris fédéricien vient buter contre le grès coquillier blanc ruauxien. Au loin le Horn de Wolxheim porte une statue du Christ.

Les carrières de Soultz-les-Bains (Vaslénien et Ruauxien) sont célèbres par les beaux fossiles qu'elles ont livrés à Schimper et à ses successeurs. Actuellement elles sont très peu abordables et leur abrupt est fréquemment masqué par une pente d'éboulis couverts de vignes.

Un peu au N de la station, prendre un chemin privé traversant la Mossig, affluent de la Bruche, et pénétrant dans la cour des anciens bains de Soultz. L'eau de la source St Amand, au bord de la Mossig, a une température de 15°. Elle est chlorurée-iodurée-bromurée sodique avec cations K, Na, Mg, Ca, Fe. On exploite encore l'eau qui est gazéifiée. La station balnéaire de Soultz-les-Bains eut une certaine vogue au début et au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle.

Prendre la route de Wolxheim ; on passe au Hameau du Canal et on traverse sans guère les voir des affleurements successifs de calcaires fédériciens, de marnes irisées puttelangiennes, de marnes irisées à ovoïdes charmouthiennes et au-delà du vallon de la chapelle St Denis des marnes aaléniennes.

Wolxheim (174) est le centre d'un vignoble réputé du Bas-Rhin. Tourner à G immédiatement avant d'entrer dans le village pour monter vers le Horn de Wolxheim. On longe une zone très faillée où dominent les accidents SE-NW. Au pied SW des failles, règnent des marnes liasiques difficilement observables dans le vignoble dont le sol est recouvert d'éboulis calcaires bajociens ou de galets calcaires oligocènes. Au NE règne surtout la Grande Oolithe bajocienne. Vers la mi-côte, une carrière montre du calcaire oolithique et au voisinage on observe un conglomérat oligocène.

Il est plus aisé d'abandonner le sentier un peu plus haut et de couper à travers vignes vers le réservoir des eaux au pied du Horn. Il est implanté dans les éboulis et les marnes du Bajocien inférieur.

La colline du Horn (243,5) est éventrée par de nombreuses carrières de calcaire oolithique. La Grande Oolithe bajocienne présente ici un banc compact mal stratifié, entre deux bancs mieux stratifiés ; le sommet sur 1 m. 50 environ est fragmenté en menus morceaux par cryoturbation bien nette sans solifluxion. L'Oolithe est bourrée de fragments de *Ostrea acuminata* ; en outre on peut récolter *Clypeus ploti*, *Echinobrissus renggeri*.

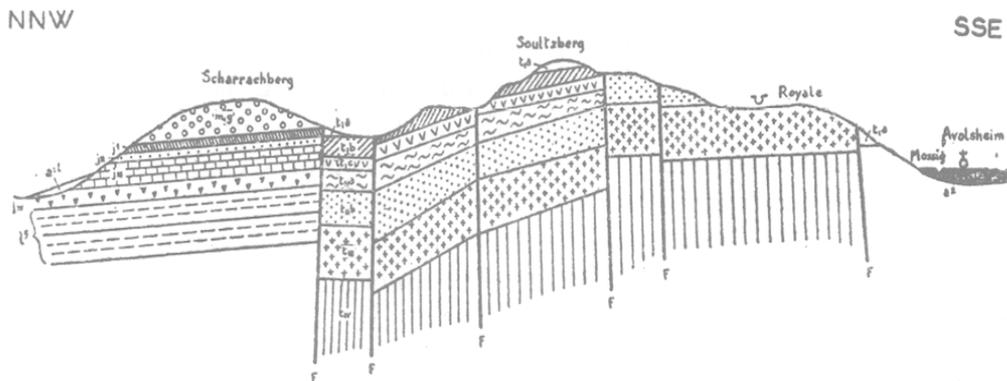


Fig. 8. — Coupe schématique du champ de fractures du Scharrachberg. a<sup>2</sup> alluvions récentes ; — a<sup>11</sup> loess ; — m,g conglomérat côtier oligocène ; — j<sup>1</sup> Callovien ; — j<sup>2</sup>, Bathonien ; — j<sup>3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15</sup> Bajocien ; — l<sup>5</sup> Aalénien (au sommet zone à *L. purchisonae*) ; — t<sub>a</sub> Embéricien ; — t<sub>b</sub> Frédéricien (Cératites) ; — t<sub>c</sub> Frédéricien (Entroques) ; — t<sub>a</sub> Pexonnien ; — t<sub>b</sub> Ruauxien ; — t<sub>c</sub> Vaslézien ; — t<sub>d</sub> Savernien.

En cheminant vers le NNW, on rencontrera d'autres carrières plus ou moins à l'abandon, exploitant les mêmes calcaires. Après la Grande Oolithe, on traverse un petit compartiment de Bathonien moyen à *Rhynchonella alemanica*, puis on touche le conglomérat oligocène du Silberberg. Celui-ci est constitué de galets de la grosseur d'une noix à celle d'une tête, essentiellement faits de Grande Oolithe, de grès à *Ludwigia purchisonae*, de calcaire coquillier et de grès vosgien ; il appartient au Sannoisien supérieur.

La circulation dans les vignes, les ronces et les broussailles devient de plus en plus difficile. Il vaut mieux descendre vers le petit sentier parallèle à l'axe du vallon St Denis. Les marnes et les grès supraliasiques sont généralement couverts d'éboulis. De ci-de là, on trouve des fragments de fossiles liasiques, surtout aaléniens : Bélemnites et Harpocératidés.

Pousser jusqu'au col entre le Silberberg (274,6) et la colline du four à chaux. A 300 m. au NE du col, à mi-chemin du village de Dahlenheim, dans le chemin creux, affleure du Bajocien à *Teloceras blagdeni*. Délaissant le sentier qui suit la crête, on descend vers celui qui, un peu plus bas, aboutit à la carrière du four à chaux Boehm, ouverte au flanc du Soultzberg. On y exploite le calcaire coquillier supérieur (Frédéricien supérieur) en petits lits calcaires, avec peu de marnes alternantes, livrant *Hoernesia socialis*, *Lima striata*, *Coenothyris vulgaris* et des Cératites. Sur le front E d'exploitation, le calcaire qui est recouvert par des marnes verdâtres d'Emberménil (Embéricien) supporte des couches de passage dolomitiques assez grossièrement stratifiées, se terminant elles-mêmes par des lits calcaro-dolomitiques.

Si on veut éviter la montée au Scharrachberg, descendre directement vers la Mossig et en suivant un sentier qui longe à l'E la voie ferrée de Molsheim à Saverne. Scharrachbergheim. On passe près d'une ancienne carrière abandonnée dans l'Oolithe bajocienne. Après l'église se diriger à G par un sentier qui rejoint la voie ferrée. En laissant à D la colline de la tour faite de marnes oligocènes couronnées de conglomérat du même âge, on rejoint Odratzheim. Retour à Strasbourg par le tramway.

### Montée au Scharrachberg (316)

Sur la pente méridionale du mont, on rencontre une carrière dans la partie supérieure de la Grande Oolithe bajocienne. Le contact avec le Bathonien s'observe dans les vignes au-dessus de la carrière où l'on peut ramasser des fossiles des deux niveaux à *Parkinsonia ferruginea* et *Rhynchonella alemanica*.

Monter en ligne droite vers le sommet à travers les vignes jusqu'au puits de l'ancienne auberge. Sous les déblais de pentes affleurent les argiles et marnes du Callovien supérieur, zone à *Peltoceras athleta* et *Cosmoceras spinosum*. La partie moyenne de ce complexe qui présente un facies marno-calcaire a été visible au moment où l'on a creusé le puits de l'auberge ; on a ramené une argile noire avec *Cosmoceras jason* et *Reineckia greppini*. La partie supérieure plutôt argileuse renferme de petites concrétions calcaires, et rarement, des tours internes d'Ammonites pyritisées.

Dans les vignes un peu vers le SE, déjà couvertes de loess, se trouvent les marnes basales du Callovien inférieur, zone à *Macrocephalites macrocephalus*. Elles ne sont plus visibles aujourd'hui en surface ; leur présence

a été reconnue lors de la construction d'abris pendant la guerre de 1914-18.

Le sommet du Scharrachberg est en conglomérats du Sannoisien inférieur à galets de Grande Oolithe, de calcaire marneux bajocien, de grès à *Ludwigia murchisonae* et rarement de calcaire coquillier. Une faille en direction SW-NE les sépare du Callovien.

Redescendre au N sur Scharrachbergheim. Dans la dépression située entre ce village et la butte du Horn de Odratzheim, apparaissent deux bandes de terrains orientées NW-SE et séparées l'une de l'autre par une faille de même direction. Du côté de Scharrachbergheim ce sont les formations marno-calcaires du Bathonien moyen avec *Rhynchonella alemanica*. Sur la pente du Horn par contre, on rencontre sous d'épaisses masses de déblais de pente, des marnes à Ammonites pyriteuses du Callovien supérieur, zone à *Peltoceras athleta* et *Cosmoceras spinosum*. Les marnes sont quelquefois visibles dans le chemin creux qui descend du sommet de la colline vers Odratzheim. Une faille les fait buter contre des marnes à concrétions ferrugineuses et à *Limnaea* du Sannoisien moyen qui sont recouvertes à leur tour par une série de conglomérats à galets de calcaire coquillier, Grande Oolithe, grès à *Ludwigia murchisonae* et grès rhétien. Les conglomérats y ont une tendance à se consolider en bancs compacts ; ils appartiennent, comme les marnes sous-jacentes, au Sannoisien moyen.

## Excursion n° VII : Bouxwiller.

---

Bajocien, Bathonien, Eocène.

*Itinéraire* : Brumath, Wittersheim, Pfaffenhoien, Bouxwiller, Bastberg oriental, Hochfelden, Willgottheim, Neugartheim, Schnersheim, Oberhausbergen.

*Cartes* : G 80.000 Saverne.  
T 50.000 Bouxwiller.  
G 25.000 E.L. Buchweiler.  
T 20.000 Bouxwiller 7-8, Brumath 1-2, Brumath 5-6, Haguenau 5-6.

Les communications par car ou autocar Citroën pour Bouxwiller étant peu aisées, il est préférable de faire la course en voiture. Par N 63 et N 419 A le trajet permet de voir les alluvions anciennes vosgiennes sans couverture loessique du cône alluvial de la Zorn près de Stéphansfeld, quelques puits au S du bassin pétrolifère de Pechelbronn près de Wittersheim, avant l'arrivée à Pfaffenhofen une grande carrière dans les assises basales de la Grande Oolithe avec des lumachelles à *Ostrea acuminata*, enfin les alluvions anciennes sans loess de la Moder entre cette localité et Obermodern.

On passe devant le cimetière protestant et on débouche à Bouxwiller (229). Prendre la route de Griesbach qu'on peut rejoindre à l'Usine à gaz si on vient par la station (225). Au pont supérieur à la voie ferrée (230), abandonner l'auto qu'on renvoie à un rendez-vous fixé (hôtel Specht par exemple). La suite de la course doit nécessairement se faire à pied.

Suivre le chemin au N de la voie. A 600 m. environ du pont (215), monter à travers champs. De mauvais affleurements de marnolites gris blanc keupériennes appartiennent au Marsallien supérieur. On est ici sur

le flanc N du synclinal de Bouxwiller ; quelques bancs calcaires permettent de se rendre compte de l'inclinaison douce vers le SE.

En remontant à G, rejoindre la voie ferrée au point où le remblai cesse pour faire place à une tranchée qu'on suit. Cette tranchée lorsqu'elle était fraîche a montré la succession des marnes roses de LEVALLOIS du Rhétien, puis les marnes et calcaires à Gryphées de l'Hettango-Sinémurien, auxquels succédaient près de la fin de la tranchée des marnes à *Astarte Voltzi*, *Cerithium perarmatum*, *Turbo subduplicatus* de l'Aalénien. La tranchée marneuse s'ébouyant naturellement a été chargée de pierraille et la visibilité de l'affleurement est devenue nulle.

Rejoindre le pont sur la route qu'on traverse en montant en ligne droite à travers champs vers le SSE ; le Bajocien marneux n'est pas visible car il est couvert de cailloux éboulés ou rapportés de Grande Oolithe bajocienne. On parvient à une carrière exploitant la partie supérieure de cette assise (255) et où on trouve le plus fréquemment *Clypeus ploti*, *Echino-brissus renggeri*. Les couches plongent toujours vers le SE.

Gagner la route de Bouxwiller à Imbsheim et redescendre vers la ville pour atteindre la carrière (245) de calcaire lacustre blanc lutétien qui repose sur les marnes de Bouxwiller (base du Lutétien) ; à la base de celles-ci : les marnes à *Ostrea knorri* et *Tulites*, cf. *subcontractum* du Bathonien supérieur qu'on pouvait voir autrefois au carrefour de la D 233, du VO et d'une rue transverse. Le calcaire blanc encore bien exploité reposait sur des argiles ligniteuses exploitées autrefois par les Mines de Bouxwiller. On y descendait par un puits béant encore avant la guerre de 1939 ; il est fermé aujourd'hui et son emplacement supporte un court de tennis. On trouve dans A. DAUBRÉE une bonne description du gisement ligniteux de Bouxwiller (p. 194 et suivantes) :

Marne jaune	3,20
Calcaire blanc d'eau douce fossilifère	20
Argiles blanches, vertes et brunes fossilifères (Plauordes)	12
Argile blanchâtre tachée de rouge	0,30
Lignite pyriteux	1,50 à 2
Argile dure brune sableuse	1,20

Ces couches reposent sur le Bathonien marneux. Ce gisement est célèbre en paléontologie par les fossiles qu'il a livrés, notamment de beaux Vertébrés qui ont été étudiés par G. CUVIER (*Lophiodon tapiroides*, *L. buxovillianum*, *Crocodilus*), et de nombreux Mollusques, entre autres *Planorbis pseudoammonius* et *Vivipara hammeri*. Les couches plongent d'environ 10° vers le SE. Le gîte de lignite est connu depuis 1743 ; on tenta de

l'exploiter à titre de combustible mais dès 1811 on l'utilisa en vue de la production du vitriol vert et de l'alun. Les Mines de Bouxwiller ont conservé leur nom commercial, mais c'est uniquement une usine de produits chimiques.

En descendant légèrement vers la ville, on passe à l'église entourée du cimetière catholique peu garni de tombes, la population de Bouxwiller étant essentiellement protestante. Immédiatement en contrebas du cimetière une vieille source captée alimente un abreuvoir. Cette source provient du niveau d'eau supérieur de Bouxwiller, ayant traversé le calcaire éocène. L'eau en est jointe à celle qui provient du calcaire oolithique (niveau d'eau inférieur de Bouxwiller) et qui est pompée près de l'usine à gaz. Ce même niveau d'eau inférieur émerge en abondance, après avoir été souillé par toute l'agglomération, en contrebas de la ville (230), sur la place principale, au voisinage du collège. L'eau de cette émergence n'est utilisée que pour le lavoir et la consommation en est interdite.

On peut reprendre l'auto pour continuer la course par la route D 6 d'Imbsheim. En face des déblais multicolores de l'usine, on emprunte un chemin de carrière (240). La coupe de la carrière est la suivante (S. GILLET) :

calcaire et marnes à <i>Parkinsonia</i> , <i>Belemnites</i> , <i>Hyboclypus ovalis</i> , <i>Zeileria ornithocephala</i> (Bathonien moyen)	1,50
calcaire et marnes à <i>Rhynchonella haasi</i>	1,50
banc de Lumachelle à Huîtres	
oolithe compacte sans fossile (Bathonien inférieur)	0,70
marnes oolithiques à <i>Parkinsonia</i> (Bajocien supérieur)	0,50
Grande Oolithe à <i>Clypeus ploti</i> , <i>Echinobrissus renggeri</i> , <i>Parkinsonia parkinsoni</i> , visible sur 10 mètres.	

Reprendre D 6 jusqu'à la cote 253,9 (environ 1 km. de la sortie de la ville), quitter l'auto et monter à pied par le chemin menant au Bastberg oriental (montagne St Sébastien). Le contact du calcaire blanc éocène et du conglomérat oligocène qui le surmonte est à quelques dizaines de mètres du carrefour. L'ascension se fait entièrement dans ce conglomérat jusqu'au sommet (324). De nombreuses excavations et une carrière montrent un conglomérat non cohérent de galets faits essentiellement d'Oolithe bajocienne de la grosseur d'un poing à celle d'une tête. Quelques lits d'argiles y sont interstratifiés. Le conglomérat à galets de Jurassique représente en Alsace la partie basale du Sannoisien inférieur.

La vue y est très belle sur le Bastberg occidental, et au loin sur les Vosges gréseuses. Au pied de la faille bordière, une région déprimée essen-

tiellement marneuse constitue l'anticlinal de Neuwiller (200 à 220 en moyenne). Le synclinal de Bouxwiller est au contraire élevé : bel exemple d'inversion de relief.

Au Bastberg occidental (325,6) où la vue est plus dégagée qu'au Bastberg oriental, les couches du flanc NW du synclinal sont très relevées et l'Oolithe bajocienne en constitue la crête.

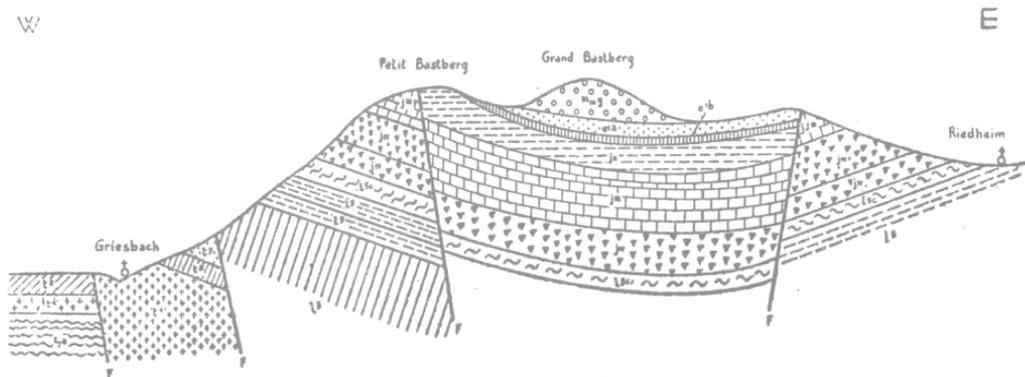


Fig. 9. — Coupe schématique à travers le synclinal faillé du Bastberg près de Bouxwiller. — m.,g. conglomérat côtier oligocène ; — e<sup>la</sup> Lutétien (calcaire lacustre) ; — e<sup>lb</sup> Lutétien (argile à lignites) ; — j., Bathonien (marnes à *R. varians*) ; — j.,, Bajocien supérieur (Grande Oolithe) ; — j<sub>IV</sub> Bajocien moyen (couches à *G. blagdeni*) et Bajocien inférieur (couches à *S. sowerbyi*) ; — l<sup>5c</sup> Aalénien (couches à *L. murchisonae*) ; — l<sup>5</sup> Aalénien (couches à *T. navis* et couches à *A. voltzi*) ; — l<sup>3</sup> Charmouthien (couches à *A. margaritatus*) ; — t<sup>3</sup>-t<sup>2</sup> Marsallien ; — t<sup>1</sup> Puttelangien ; — t<sub>a</sub> Embéricien.

Retourner à Strasbourg par Hochfelden (excursion n° V). On peut profiter de ce chemin pour continuer par D 25 vers Wasslonne. A quelques centaines de mètres du carrefour D 25 - D 41, sur le bord SE de D 25 on voit du calcaire coquillier (Frédéricien supérieur), et du calcaire marneux à *Hoernesia socialis*, *Coenothyris vulgaris*, *Ceratites nodosus*.

Reprendre D 41. Au sortir de Willgottheim ne pas suivre la première route tournant à G vers Strasbourg (D 228), mais la seconde (D 41). On passe au pied du Kochersberg marnolitique keupérien (Marsallien supérieur) (301). A Neugartheim, à G, gisent des marnes rouges également marsalliennes.

On traverse alors une contrée de loess sur molasse chattienne à Schnersheim, puis sur alluvions à Oberhausbergen (excursion n° II).

## Excursion n° VIII : Le Pays de Bitche.

---

Etude du Vosgien et du Franconien.

*Itinéraire* : Bitche, Hanwiller, Walschbronn, Waldhouse, Wohlmunster, Ormersviller, Wohlmunster, Epping, Weiskirch, Wohlmunster, Eschwiller, Wohlmunster.

*Cartes* : G 80.000 Wissembourg.

T 50.000 Walschbronn + Bitche.

G 25.000 E. L. Bitsch, Wolmunster.

T 20.000 Bitche 1-2, Bitche 3-4, Walschbronn 6-7-8.

Cette région au NE de la Lorraine, aux confins de l'Alsace wissembourgeoise, permet de voir, plus ou moins exposés selon les circonstances, en couches pratiquement horizontales, le Vosgien moyen et supérieur et le Franconien inférieur sous leurs facies typiques.

En se dirigeant des abords faillés de Wissembourg, Château St Paul et bois des Marronniers, vers l'W, on accède au plateau lorrain gréseux avec rochers et vieux châteaux. Le plateau prend bientôt une allure plus tranquille. On arrive à la plaine de Bitche, occupée par un camp militaire à aspect désolé. Le grès des Vosges savernien souvent désagrégé en sable constitue des dunes parfois mobiles. Bitche (290) apparaît dominé par le rocher qui porte la vieille citadelle (317).

Le pays est parcouru de ruisseaux du bassin de la Horn qui coulent paresseusement vers le Palatinat et s'étalent en étangs ou en plaine tourbeuse (Hasselfurtweyer). Le pendage tectonique bien que très faible commence ici à s'accuser vers l'axe du synclinorium de Sarreguemines. C'est ainsi que Bitche est dominé à l'W par des buttes couronnées de Franconien dont l'altitude dépasse 400 m.

Les courses aux abords de Bitche au N de la ville ont surtout pour

but de montrer les affleurements franconiens. Bitche peut être atteint aisément de Strasbourg et de Sarreguemines par voie ferrée ou par ligne de cars. Logement aisé à Bitche.

Gagner en autocar Hanwiller ou Boussewiller dans la vallée de la Horn pour commencer la coupe au grès vosgien savernien, surmonté de conglomérat de Sainte Odile. Ce conglomérat affleure au bas du coteau à Walschbronn ; il y supporte les ruines d'un château au pied duquel selon les dires populaires existait autrefois une source dont la minéralisation serait bitumeuse ; ce dire que rien ne peut confirmer excite les sourciers. La source bitumineuse, connue dit-on depuis toute antiquité a été mentionnée dès 1565 par GÜNTHER.

Entre Walschbronn et Waldhouse, un forage implanté au pied du coteau du Rothmunsterwald, au S de la route qui joint ces deux localités, en vue de la recherche de houille en 1870-1873, a traversé sous le conglomérat de Sainte Odile 400 mètres de grès savernien micacé et manganésifère vers la base ; il n'est pas certain que tout le Savernien ait été traversé.

A Waldhouse (285) un forage d'alimentation en eau potable traverse le grès savernien sur 50 m. Plus à l'W en raison du plongement des couches, les coteaux se couronnent de Franconien de plus en plus épais.

Il est profitable de commencer la coupe à Wohlmunster dans la vallée du Schwalbach (altitude du fond de la vallée 248). L'agglomération est bâtie sur les sables un peu argileux du Vâslénien et sur les alluvions. Traverser le Schwalbach et suivre le chemin d'Ormersviller. Après une petite carrière ouverte à la base du grès à *Voltzia*, on emprunte un chemin vicinal qui monte au N au Rebberg en recoupant le grès à *Voltzia* nettement gréseux dans ses 8 m. inférieurs, un peu plus argileux dans les 12 m. supérieurs. On atteint bientôt le grès de Ruaux gréso-argileux gris clair vers 280 ; dans la partie supérieure on peut récolter *Encrinus*, *Cocnothyris vulgaris*, *Lima striata*, *Hoernesia socialis*, *Mytilus vetustus*, *Ninnites comptus*, *Spiriferina fragilis*. Au sommet (300) le Ruauxien devient marneux.

Le mieux est de redescendre la côte ruauxienne jusqu'au chemin d'Ormersviller. On suit le pied SW du Rebberg pour s'engager après avoir rencontré une croix (juste au contact du grès à *Voltzia* et du grès de Ruaux) dans un ravin bifurqué, de direction S-N (271,6 à la naissance).

La branche W du ravin montre sur 20 m. d'épaisseur les deux bancs gréseux inférieur et supérieur séparés par une masse plus ou moins argileuse (3 m. 50) ; par endroits, des bancs gréseux épais de 2 à 3 m., plus

ou moins dolomitiques, jaune ocre à l'état frais, bruns à l'état décomposé, contiennent des Encrines. La branche E du ravin permet d'observer à son sommet un banc à Térébratules.

Revenir à Wohlmunster ; traverser le Schwalbach, puis le Baechelbach et suivre le sentier vers Epping. On observe du grès marneux du Vaslénien inférieur, puis du grès à *Voltzia* du Vaslénien supérieur avec lits argileux. La base du grès de Ruaux est vers 270, sur le grès à *Voltzia*.

Le grès à *Voltzia* avec restes de plantes contient déjà des fossiles animaux marins du grès de Ruaux : *Hoernesia socialis*, *Gervillia costata*, *Myophoria vulgaris*, *M. ovata*, *Myacites alberti*, *Pecten alberti*, *Modiola credneri*, *Worthenia alberti*, *Naticopsis gaillardoti*. On retrouve cette faune plus haut dans le Ruauxien. On observe les deux masses gréseuses supérieure et inférieure, ainsi que le complexe marneux intermédiaire. Le banc gréseux supérieur livre des Encrines, *Myophoria vulgaris*, *Mytilus vetustus*, *Lima striata*, *Spiriferina fragilis*, et en moindre quantité *Hoernesia socialis*, *Coenothyris vulgaris*, *Pecten discites*. Un lit brun foncé pulvérulent, vers la base du grès à Entroques supérieur, contient des débris de plantes et des radioles de *Cidaris grandaeva*. Au sommet de la coupe, on a des marnes grises et violettes, puis vers l'altitude 305 un banc dolomitique à *Pentacrinus* (Riauxien sup.). Le plateau (310) est un limon à rognons de quartzites et calcédoines représentant peut-être la pierre de Stonne oligocène.

Descendre du plateau vers le moulin d'Epping. On peut distinguer sur 25 m. d'épaisseur différents bancs du Ruauxien supérieur marno-calcaire. Vers le tiers supérieur de la coupe, la dolomie est marneuse avec lamelles cristallines de barytine. A la base, des lits marno-dolomitiques contiennent des Entroques, *Coenothyris vulgaris*, *Lima striata*, *L. lineata*.

Epping (280) est construite sur les marnes bariolées de Pexonne. En suivant la route de Rimling on traverse une faille de direction NW-SE qui ramène au jour le Ruauxien marneux. La montée vers le Buchenbusch permet d'observer du calcaire spongieux plus ou moins dolomitique. Dans la petite tranchée au second coude de la route, le Pexonnien est nettement dolomitique. En quittant au carrefour la route de Rimling et en s'engageant vers le N dans le chemin vicinal, on constate la présence de calcaire gris fumée du Frédéricien. Au premier tournant de la route, on trouve les marnes schistoïdes brun vert avec *Myophoria orbicularis* et bone-bed. En continuant vers Rimling on constaterait l'existence d'une autre faille, ramenant au jour le Ruauxien marneux.

Revenir en longeant le ruisseau d'Epping vers le Schwalbach à Weiskirch (252). La vallée du Schwalbach montre jusqu'à Wohlmunster du Vaslénien inférieur, surmonté de grès bigarré et de grès ruauxien.

On peut compléter la course en empruntant à Wohlmunster le chemin d'Eschviller qui accède au plateau à la cote 301. On traverse l'Altzer Klamm, puis le Schlangiger Klamm ; ce dernier ravin coupe successivement de bas en haut (de l'W à l'E) : les couches de Wasselonne, le grès bigarré, le grès de Ruaux avec banc à Entroques. Au sommet de la côte, à l'extrémité du ravin, près de la route D 101, on aborde les marnes du Ruauxien supérieur vert gris, jaune par altération, avec *Myacites*, *Coenothyris vulgaris*, surmontées de schistes avec bancs de dolomie à *Coenothyris vulgaris*. A cette zone à Térébratules succèdent des schistes marneux durs dolomitiques ondulés avec *Pentacrinus*.

Couper la route et suivre le chemin du Sisserling vers le S ; les calcaires ondulés, supérieurs aux précédents, y sont mieux exposés.

Revenir à Wohlmunster par la route D 101.

## Excursion n° IX : Le champ de fractures de Barr.

---

*Itinéraire* : Barr, Kirchberg, Moenkalb, Menelstein, Ste Odile, St-Jacques, Truttenhausen, Moenkalb, Heiligenstein, Barr.

*Cartes* : G 80.000 Strasbourg.  
T 50.000 Molsheim, Sélestat.  
T 20.000 Molsheim 7-8, Sélestat 3-4.

La gare de Barr est située en dehors du champ de fractures, à 600 m. de la faille rhénane qui le délimite à l'E. Elle est bâtie sur une terrasse d'alluvions anciennes, de l'âge de la Haute-Terrasse, formée de sables et graviers avec, par endroits, une couverture de loess. Le sous-sol profond y est constitué par des assises marneuses du Chattien qui affleurent dans la tranchée de la ligne de chemin de fer à peu de distance au S de la gare.

Suivre le chemin qui se dirige vers l'W à travers les vignes ; il montre d'abord les alluvions de la terrasse, puis le loess ancien. A environ 50 m. de la route Barr-Mittelbergheim, on franchit la faille rhénane sans s'en apercevoir, en passant brusquement du compartiment des marnes du Chattien à l'Aalénien à *Ludwigia murchisonae*. Les mouvements orogéniques responsables de l'effondrement du fossé rhénan y ont déplacé à de très grande profondeur les terrains qui affleurent du côté W de la faille. La dénivellation tectonique calculée sur le toit du poudingue de Ste Odile y est d'environ 2.300 m. Morphologiquement rien ne permet de supposer à cet endroit l'existence d'une dislocation de cette importance.

Au croisement du chemin avec la route de Mittelbergheim, des grès calcaires avec intercalations de marnes de la zone à *L. murchisonae* s'observent sur les talus quand on suit la route vers le SW jusqu'au plus haut point, où ils sont surmontés de quelques bancs de grès ferrugineux rouges formant le sommet de l'assise. Depuis le croisement précité descendre vers Barr ; au bout de 140 m., s'engager dans le chemin qui traverse les vignes

en direction W. On s'y trouve dans la partie inférieure de la zone à *L. murchisonae*, constituée par des marnes sableuses et argileuses, avec intercalations de lits minces de grès argileux.

A 450 m. de la route, le chemin rejoint une rue de l'agglomération. Depuis ce point on embrasse une vue particulièrement intéressante présentant une véritable coupe W-E de la zone des collines sous-vosgiennes. On y reconnaît la pente en gradins descendant de la montagne vers la plaine. De l'W à l'E, se dessinent les grands compartiments tectoniques qui s'enfoncent de plus en plus au fur et à mesure qu'ils approchent du bord du champ de fractures : le plateau de grès vosgien du Menelstein, le socle granitique qui porte la ruine du Landsberg, la petite butte en grès vosgien du Moenkalb, la colline du Kirchberg. Cet ensemble groupe toute une série de petits compartiments de terrains triasiques, jurassiques et tertiaires, difficiles à reconnaître à distance, et dont la disposition permet de distinguer deux petits fossés tectoniques caractérisés par les conglomérats sannoisiens et deux petits horsts dont l'un constitue la bordure E de la zone des collines sous-vosgiennes. Remarquer la dépression de la faille bordant la zone pré-vosgienne à l'W derrière la butte du Moenkalb et la faille rhénane au point d'intersection de la pente de la colline et de la plaine à l'E.

Descendre dans la vallée, en traversant la zone à *Lioceras opalinum*, puis remonter jusqu'à l'église (220,5). Le cimetière à côté de l'église appartient au niveau à *Teloceras blagdeni*, la pente en face est formée de Grande Oolithe. Prendre le chemin qui monte à 100 m. à l'W de l'église (Grande Oolithe) ; à la première bifurcation continuer à D ; quelques mètres plus loin on franchit une dislocation et on passe dans le Bathonien moyen à *Rhynchonella alemanica* et *Liostrrea knorri*. On se heurte à une nouvelle faille à l'endroit où un chemin creux s'enfonce à D en direction E. Elle fait buter le Bathonien contre le Bajocien à *Stepheoceras humphriesianum* ; plus haut sur la pente affleurent les marno-calcaires à *Teloceras blagdeni*, puis la Grande Oolithe.

De retour au chemin creux, monter en direction inverse. Les marnes bathoniennes y sont surmontées des couches basales des conglomérats sannoisiens, de minces couches marno-sableuses, puis de conglomérats à galets de Grande Oolithe. Le chemin se termine sur le flanc du Kirchberg dans une dépression dont le fond est formé par un compartiment fortement affaissé de conglomérats du Sannoisien, à galets de tous les étages du Bajocien.

Suivre le chemin qui monte au kiosque du Kirchberg. On traverse les mêmes conglomérats une deuxième fois, puis on entre dans le comparti-

ment de Grande Oolithe qui constitue la partie E de la colline. Les conglomérats se voient de nouveau de part et d'autre du chemin qui longe la partie supérieure de la pente S de la colline en direction W. On traverse successivement quelques mètres de Grande Oolithe, un compartiment de conglomérats du Sannoisien supérieur à galets de Bajocien, Aalénien à *Ludwigia purchisonae* et calcaire coquillier, puis des conglomérats à éléments bajociens, aaléniens et liasiques du sommet du Sannoisien inférieur. Au point où le chemin se termine, coupé par un autre en direction S-N, on est à quelques pas d'une faille de direction NW-SE qui sépare le Sannoisien d'une succession de couches bajociennes représentées ici par les assises basales de la Grande Oolithe. Monter vers le point 366,9. Le sommet de la colline est formé de conglomérats du Sannoisien moyen à galets de Bajocien, Aalénien et calcaire coquillier.

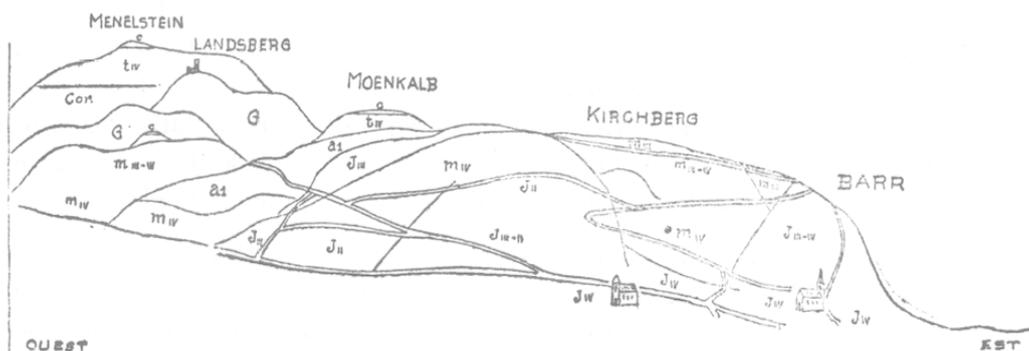


Fig. 10. — Le champ de fractures de Barr vu du Sud (J. SCHIRARDIN. — a<sup>1</sup> alluvions anciennes ; — m, Chattien ; — m,, Rupélien ; — m,,,, Sannoisien ; — m<sub>IV</sub> Ludien ; — j,, Bathonien ; — j,,,, Bajocien supérieur (Grande Oolithe) ; — j<sub>IV</sub> Bajocien ; — t<sub>IV</sub> Savernien (grès vosgien) ; — c conglomérat de Sainte Odile ; — G granite ; — Cor. cornéennes.

Continuer par la petite route qui se dirige vers la maison forestière du Moenkalb. La surface y est couverte d'alluvions anciennes formées de sables et galets de grès vosgien dont certains sont un peu blanchis. Longer la butte du Moenkalb : lambeau de Savernien supérieur avec restes de poudingue de Ste Odile. La base du conglomérat est à 360 m. au-dessous du niveau correspondant au compartiment du Menelstein. A 100 m. de la maison forestière on franchit la grande faille qui délimite la zone pré-vosgienne à l'W ; on y voit le granite désagrégé buter contre les dolomies silicifiées de l'Embéricien. Le passage de la même faille se recoupe dans une ancienne sablière à quelques pas de la maison forestière. Elle y met le granite en contact avec une bande large de quelques mètres seulement de marnes keupériennes inférieures ; celles-ci touchent au grès vosgien du

Moenkalb. Le rejet de la faille calculé sur le grès vosgien du Menelstein est de 690 m.

Prendre le sentier qui conduit au Landsberg. Sur tout le parcours on rencontre le granite à biotite et à structure porphyroïde de Barr-Andlau, désagrégé et traversé de diaclases en direction rhénane dans la partie E, plus compact mais stratifié dans la même direction du côté de la ruine. A très peu de distance du sommet, au point d'intersection du chemin et de la courbe 570, on observe le contact par faille du granite avec les cornéennes des schistes de Steige qui constituent là une bande large d'environ 200 m. La ruine repose sur le socle granitique. Suivre le sentier touristique qui monte au Menelstein jusqu'à la route de St Jacques. La cornéenne disparaît rapidement sous des éboulis et à l'altitude 615 on entre dans le grès vosgien.

Continuer sur la route de St Jacques vers l'W jusqu'au grand virage de la route Barr-Ste Odile au point 649,4. On y voit en affleurements des grès de la partie inférieure du grès vosgien (Savernien inférieur) et des grès à pseudo-morphoses. Descendre jusqu'au point 573,2 à la bifurcation de la route, où la base du Savernien repose sur la cornéenne des schistes de Steige. De là jusqu'à la hauteur du Menelstein il y a un profil complet du grès vosgien dont l'épaisseur totale est ici de 240 m. De retour au grand virage suivre la route vers l'W. Après 150 m. on entre dans le Savernien supérieur qui affleure le long de la route. Monter au Wachtstein par le sentier touristique. Les grès se chargent de plus en plus vers le haut de lits de galets et passent finalement au conglomérat de Ste Odile dont le Wachtstein est un lambeau glissé le long de la pente. A peu de distance au-dessus c'est le mur du conglomérat de 20 m. d'épaisseur. Suivre ce mur jusqu'au Menelstein ; on s'y trouve sur le plateau de La Bloss formé entièrement par le toit du conglomérat ; ce n'est que dans sa partie W que quelques bancs de grès micacés du Vaslénien inférieur ont subsisté.

Depuis le Menelstein on embrasse un beau panorama du champ de fractures de Barr. On reconnaît au pied de la montagne les deux calottes de grès vosgien du Moenkalb et du Crax qui marquent le passage de la faille vosgienne. Depuis Obernai jusqu'à Barr et Mittelbergheim, la faille rhénane se dessine en direction rhénane et subméridienne. Elle correspond en général à la ligne d'intersection de la pente E des collines du vignoble avec la plaine. On voit ces deux lignes de failles, vosgienne et rhénane, converger vers un point situé au S d'Itterswiller et à partir de là se joindre et ne former qu'une seule faille qui fait buter les formations tertiaires de la plaine directement contre le socle hercynien. C'est à ce point de

jonction que commence le champ de fractures de Barr, se développant progressivement vers le N et s'élargissant de plus en plus.

Des deux chemins qui conduisent du Menelstein à Ste Odile choisir celui qui longe le bord E du plateau et suit le Mur Païen (oppidum préhistorique constitué de gros blocs reliés entre eux par des tenons en bois de chêne en forme de double queue d'aronde). On traverse bientôt un petit compartiment de grès et après avoir franchi une faille qui sépare le massif du Menelstein de celui de Ste Odile, on retrouve les conglomérats jusqu'au couvent : excellents affleurements surtout au chemin contournant le rocher.

La vue qui s'offre à Ste Odile des côtés E et W, au cadre beaucoup plus large, permet d'étudier le développement du champ de fractures. La faille rhénane se perd au-delà d'Obernai et du Bischenberg vers le NNE. La faille du Moenkalb se poursuit en direction N, passe à l'W de St Nabor, Ottrott, Boersch et y sépare la dépression que constituent les formations keupériennes et liasiques d'un rebord montagneux qui ne correspond point ici au socle hercynien mais à une large zone de compartiments triasiques intercalée entre le massif granitique et la zone des collines sous-vosgiennes.

Cette faille du Moenkalb perd son caractère de faille vosgienne et devient une faille interne du champ de fractures qui s'élargit vers l'W. Le Mont Ste Odile s'y trouve inclus. Vers l'W on reconnaît une vaste dépression développée en direction S-N, fossé d'effondrement par sa structure et constituée par des compartiments de Savernien et de Vaslénien. Elle est en contact avec le socle hercynien le long d'une grande ligne de fracture de direction NNW-SSE qui passe derrière les Heidenkopf et Kienberg. C'est cette faille qui se substitue à celle du Moenkalb et prend le caractère de faille vosgienne.

Descendre par le sentier qui passe à la source de Ste Odile, puis suivre le chemin carrossable jusqu'à St Jacques. On traverse de haut en bas tout le Savernien. Près du point 570,5 on voit les assises basales avec grès à pseudomorphoses. A peu de distance on observe le contact des grès avec les roches dévoniennes exploitées dans les carrières de St Nabor.

Descendre tout droit vers Truttenhausen. On y retrouve la cornéenne des schistes de Steige. On traverse successivement un filon de microdiorite quartzifère au point 560, deux filons de microgranite, un deuxième filon de microdiorite nettement en direction rhénane au point 450, enfin un petit compartiment de granite de Barr-Andlau. La surface faiblement

inclinée sur laquelle on se trouve en sortant de la forêt est celle des Deckenschotter. La ligne de rupture de pente qu'on vient de franchir correspond à la faille vosgienne de direction NNW-SSE. Les cailloutis de plateaux reposent sur des formations keupériennes ; le long de la pente on rencontre en différents points de petit lambeaux de calcaire coquillier à *Encrinus liliiformis* et de dolomies embériciennes à l'état silicifié.

Emprunter le chemin qui se dirige au S vers le point 384,7 au pied du Moenkalb ; on y suit assez exactement le tracé de la faille vosgienne. La pente à D est en granite ; à G apparaissent sous les Deckenschotter dans le ravin d'un petit cours d'eau les assises du Toarcien avec les zones à *Harpoceras falciferum*, *Lillia lilli* et *Harpoceras bicarinatum*. Suivre le chemin creux qui du point 384,7 va vers Heiligenstein et prendre la bifurcation à G. Après 200 m. on voit surgir sous les alluvions les calcaires de la Grande Oolithe, puis on traverse sur un parcours de 150 m. une série d'assises du Bajocien, de l'Aalénien et du Toarcien, série incomplète, du fait qu'un décollement suivant les strates a supprimé certains niveaux argilo-marneux, notamment ceux de la zone à *Stepheoceras humphriesianum* et à *Lioceras opalinum*. Se diriger vers le S à travers les vergers jusqu'au réservoir d'eau établi sur un petit compartiment de Grande Oolithe ; d'anciennes carrières existent autour du réservoir.

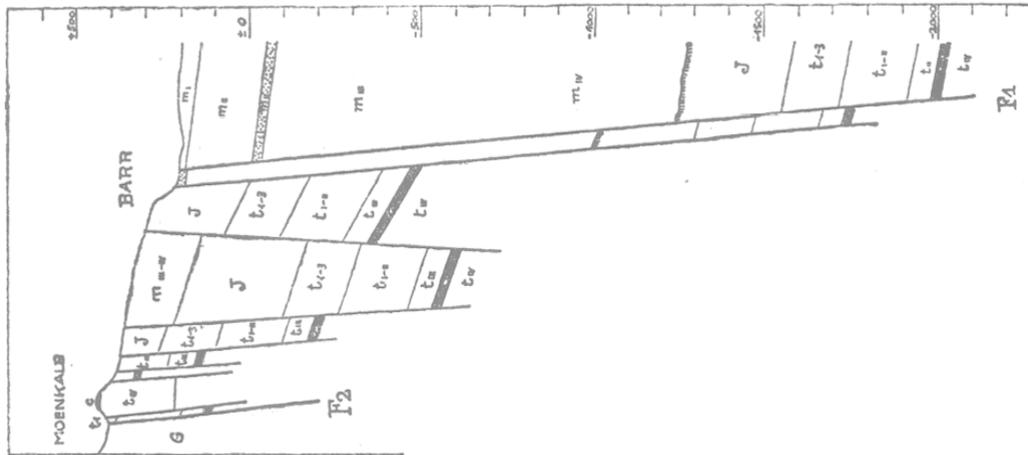


Fig. 11. — Coupe schématique du champ de fractures de Barr, partie Est (J. SCHIRARDIN). — F 1 faille rhénane (double) ; — F 2 faille vosgienne ; — m, Chattien ; m<sub>II</sub>, Rupélien ; — m<sub>III</sub>, Sannoisien ; — m<sub>IV</sub> Ludien ; — J Jurassique ; — t<sup>1-3</sup> Keuper ; — t<sub>II</sub>, Embéricien ; — t<sub>III</sub>, Pexonnien ; — t<sub>III</sub>, Grès bigarré ; — t<sub>IV</sub> Savernien (grès vosgien) ; — c conglomérat de Sainte Odile ; — G granite.

S'engager dans le chemin creux qui se dirige vers l'E. On traverse successivement les calcaires et marnes de la zone à *Stepheoceras humphriesianum*, ceux de la zone à *Sonninia sowerbyi*, au croisement d'un chemin venant du village les grès ferrugineux du sommet de la zone à *Ludwigia murchisonae*, les grès calcaires et marnes de la même zone jusqu'à une petite distance de la route de Heiligenstein où les assises ferrugineuses apparaissent une deuxième fois. Dans la dépression du terrain au S du chemin parcouru, sous une couverture de déblais de pente, on trouve les marnes à Foraminifères du Rupélien.

Suivre la route de Heiligenstein à Barr. A partir du point 227,8, on reconnaît dans les vignes à D, les calcaires et marnes à *Stepheoceras humphriesianum*, et à G, du loess reposant sur des alluvions de la Haute-Terrasse. Aux premières maisons de Barr, on entre dans le compartiment de la Grande Oolithe qui délimite à l'E la zone des collines pré-vosgiennes ; peu après on traverse la grande faille rhénane. Elle passe ici au pied des collines du vignoble. Au carrefour des routes près du point 207,1 on est déjà de l'autre côté de la ligne de fracture dans les marnes du Chattien.

Continuer par la route jusqu'à la place de la Mairie ; la faille rhénane suit à peu de distance à D ; elle est marquée par une série de sources qui alimentent les fontaines que l'on rencontre sur le parcours. Au centre de Barr, la faille se divise en deux failles parallèles qui délimitent une lanrière étroite de marnes à Foraminifères. L'Hôtel-de-Ville est établi exactement à l'emplacement du tronçon W qui fait buter les dites marnes contre le Bajocien à *Hyperlioceras discites*. Cette grande ligne de cassure a dû rejouer à différentes époques et encore presque sous nos yeux : l'ancien château médiéval sur les fondations duquel la Mairie est établie fut détruit au XIII<sup>e</sup> siècle, par deux fois, à la suite de mouvements sismiques.

## Excursion n° X : Aubure-Ribeauvillé.

---

Etude de granites et de gneiss.

*Itinéraire* : Ribeauvillé, Aubure, Les Verreries, La Pépinière, Notre Dame de Dusenbach, le Schüsselstein, Ribeauvillé.

*Cartes* : G 200.000 JUNG. Vosges hercyniennes.

G 80.000 Colmar

T 50.000 Colmar

T 20.000 Colmar 1-2.

Cette course permet d'observer une tectonique alpine faillée près d'Aubure. mise en évidence par des dénivellations de masses triasiques et de leur socle hercynien, — et des accidents tectoniques de failles de rebroussement antétriasiques dans le socle hercynien. Les unes comme les autres apparaissent verticales sur le terrain. On peut admettre toutefois que le contact de gneiss antéhercynien contre des granites hercyniens constitue l'indication d'un rebroussement des masses avec poussée du S. vers le N.

A Aubure (alt. 800) et autour de cette agglomération règne toute une série de buttes-témoins de Trias : au NE le Taennchel avec conglomérat de Ste Odile (967), le massif d'Aubure avec grès de Ruaux (807), au SE le Kalblin avec conglomérat de Ste Odile (924). Le grès vosgien n'a guère plus de 200 m. d'épaisseur ; le conglomérat atteint 30 m. Le grès est feldspathique. Le coussin permien n'est que rarement présent.

La pénéplaine post-hercynienne s'élève assez progressivement de l'altitude 500 à 600 près de Ribeauvillé, aux altitudes de 640 au pied du Muesberg d'Aubure, 700 à ceux du Taennchel et du Kalblin. A l'W, au-delà de la faille alpine d'Aubure, le socle hercynien s'élève rapidement plus haut que 1.000, la pénéplaine se tenant à 1229 au Brézouard. Les

failles alpines sont plus ou moins orientées SSW-NNE ; des failles accessoires peuvent avoir des directions transverses ; la principale, celle d'Aubure atteint une amplitude minimale de 630 m.

De Ribeauvillé gare, un autobus public monte à Aubure (environ 17 km.). Entre Aubure et le pont du Strengbach les observations géologiques peuvent se faire assez aisément en voiture ; au-delà du pont du Strengbach jusqu'à la lisière de Ribeauvillé, il est nécessaire de les faire à pied, les affleurements rocheux étant très proches les uns des autres et les repères peu nombreux.

Aubure, station de petit tourisme et de cure, est très abritée des vents des secteurs W par sa ceinture montagneuse. A la descente de l'autobus on se dirige vers le SW par la route de Fréland. On bifurque rapidement à la plaque indicatrice Pierre des Trois Bans-Brézouard-Haïcot, pour passer entre des fermes et un sanatorium. Une courte montée jusque vers 870 permet de voir les caractères essentiels du granite du Brézouard, à mica blanc, de coloration pâle, ici très arénisé. On peut de là admirer le paysage de tectonique alpine dont les traits essentiels ont été indiqués plus haut, au loin les ruines du château du Bilstein, des châteaux de Ribeauvillé, la plaine au bas du Strengbach, parfois à l'horizon le Schwarzwald.

On redescend vers Aubure, une longue course dans le granite du Brézouard ne devant pas nous en montrer davantage, et on continue le cheminement vers Ribeauvillé en suivant le Muesbach. Le grès de Ruaux signalé autrefois n'est pas actuellement visible. On observe notamment avant le tournant en épingle à cheveux (707,3), plus ou moins en place, le grès bigarré, le conglomérat de Ste Odile, puis le grès des Vosges, en une carrière sur le bord N de la route (grès avec galets schisteux). Le contact entre le Trias et le granite hercynien n'est pas exactement repérable, en raison des masses d'éboulis gréseux. Il se trouve au bord de la route, vers 620 à environ 9 km. de Ribeauvillé. On observe maintenant soit de l'arène granitique type Brézouard, soit ce granite lui-même. A partir d'ici il sera fréquemment teinté de rouge par le délayage de Trias ou peut-être de Permien qui a pu le recouvrir autrefois avant les érosions antétriasiques.

On rejoint le Strengbach au pont (501,5) et la N 416 (Ribeauvillé 6 km.). On chemine alors à travers une série de lames verticales, épaisse chacune d'un peu plus de 1 km. au maximum, souvent moins, se rétrécissant vers l'E jusqu'à l'affrontement de la faille alpine vosgienne de

Ribeauvillé. Ces lames sont visibles de l'W à l'E sur environ 8 km. de long, certaines sur une moindre étendue. Le Strengbach coulant de l'WNW à l'ESE les coupe obliquement de telle manière qu'en cheminant le long de sa vallée on dresse en projection une coupe NS de l'ensemble.

Si on pouvait observer la série complète des bandes tectoniques, on relèverait du N au S les unités suivantes :

- 1 — Gneiss central de Ste Marie
- 2 — Granite des crêtes
- 3 — Granite des crêtes à structure fluidale des Verreries bande N
- 4 — Granite du Brézouard
- 5 — Granite des crêtes à structure fluidale des Verreries bande S
- 6 — Gneiss mylonitisé de la Pépinière
- 7 — Granite du type Brézouard schistoïde et mylonitisé du Bilstein.
- 8 — Gneiss de Ribeauvillé.

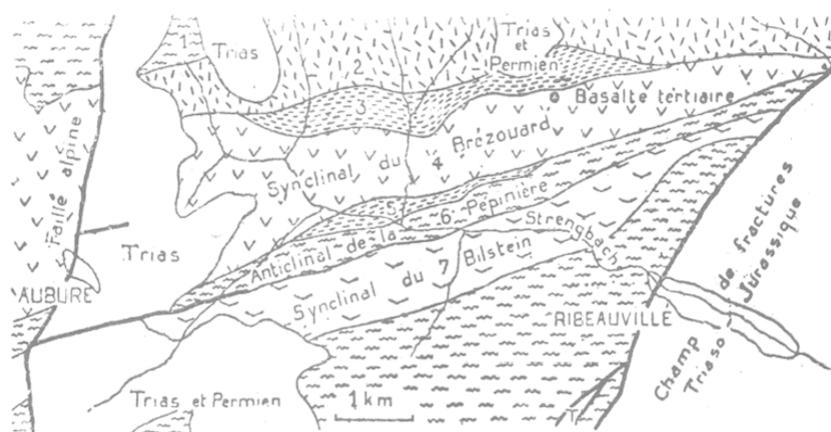


Fig. 12. — Succession des bandes de gneiss et de granites entre Aubure et Ribeauvillé. — 1. gneiss de Ste Marie ; — 2. granite des crêtes ; — 3. granite des Verreries bande Nord ; — 4. granite du Brézouard ; — 5. granite des Verreries bande Sud ; — 6. gneiss de la Pépinière ; — 7. granite du Bilstein ; — 8. gneiss de Ribeauvillé.

Le granite des Verreries passe insensiblement au granite des crêtes au bord N de sa bande N. Il n'en diffère que par sa structure fluidale mise en évidence par ses grands cristaux d'orthose alignés et serrés ; certains sont fragmentés et recollés. Les blessures et les cicatrices paraissent résulter d'incidents tectoniques postgranitiques. Les deux bandes de granite des Verreries semblent envelopper synclinalement la bande de granite du Brézouard ; la bande S plus mince et moins longue que la bande N paraît

être la terminaison d'une masse de roche granitisée. Le granite à mica blanc du Brézouard, vraisemblablement plus jeune que tous les autres, se serait étendu transgressivement au S des autres sur les massifs gneissiques.

Depuis le pont du Strengbach on circule dans le granite du Brézouard rocheux ou arénisé. Double virage. Maison forestière Iberg. On remonte le Petit Ibach vers la Petite Verrerie. La Petite et la Grande Verrerie sont deux hameaux installés au voisinage d'anciennes verreries attirées par les gisements de sables du Taennchel et l'épaisse forêt. Le granite des Verreries bande N s'observe dans le Petit Ibach en blocs éboulés et, en place, un peu plus loin, après un tournant vers l'E, à 400 m. de la route nationale. Il passe au granite des crêtes à 400 m. de là (500). On revient à la Nat. 416. Auberge Bonséjour. Au S de la route, granite du Brézouard. Hameau Walbourg au débouché du Muesbach (415,6). Chemin montant vers la G. A 400 m. en aval, granite des Verreries bande S. On pourra admirer une belle paroi de ce granite à 200 m. au NW de la borne Ribeauvillé 4 km. 2. Il est inutile de tenter d'en extraire des orthoses, on les abîme sans résultat.

Un léger tournant nous amène au hameau sis à l'embouchure du Grand Ibach (356,6), comprenant la Maison forestière Schlumberger, l'hôtel de la Pépinière et quelques bâtiments. Le gneiss de la Pépinière se voit en affleurement un peu en aval du débouché de l'Ibach. La remontée du Grand Ibach vers la Grande Verrerie n'apprend rien que n'ait déjà montré le trajet le long du Petit Ibach ; les distances y sont seulement plus grandes. Il n'y a guère à voir que quelques filons dans le granite des crêtes. L'anticlinal de la Pépinière se suit sur 700 m. environ jusqu'à la cote 357,8 où s'embranchent un sentier traversant le Strengbach vers une scierie en rive D.

On chemine sur environ 1 km. dans la masse synclinale du Bilstein, parmi des affleurements de granite du Bilstein à muscovite, sous divers aspects plus ou moins écrasés, ou plus ou moins schisteux. Réservoir d'eau potable de Ribeauvillé. Débouché du Bilsteinbach et deuxième scierie en rive D. Une grande carrière de matériau d'empierrement exploite du granite du Bilstein presque entièrement mylonitisé et à structure confuse. A 50 m. en aval, pierre en souvenir de Eugène Scheidecker de Ribeauvillé. La route paraît presque barrée par un grand rocher en granite du Bilstein schisteux. Le chemin Sarrazin indique Dusenbach 1 km. 5 Usine en rive D.

Le cheminement dans les formations synclinales du Bilstein est long de 1600 m. Le gneiss de Ribeauvillé s'observe assez mal en bordure de

propriétés, notamment à la cote 280,53 en face d'usines où un plissement est visible. On le suit ainsi jusqu'à la faille vosgienne dont le tracé se situe déjà en ville, en aval de la cote 266,7. Les châteaux de Ribeauvillé, St Ulrich, Girsberg et Ribeaupierre sont sur socle de roches du Bilstein, de même que le château du Bilstein lui-même qu'on a pu apercevoir de temps à autre sur la hauteur au S (757).

La ville de Ribeauvillé s'étend, allongée le long du Strengbach, parmi des vignobles occupant des coteaux triaso-jurassiques, dont l'étude n'est pas aisée parmi les vignes. On prend l'autobus à la gare routière pour rejoindre la station SNCF, 4 km. sans intérêt. Le cône alluvial du Strengbach s'étend de l'altitude 285, à Ribeauvillé près du jardin public, à 185 à la gare. Il est fortement bombé en son profil transverse.

*Variante A* — A l'un des chemins portant l'indication Chapelle de Dusenbach on quitte la Nat. 416 (250) en suivant le chemin de croix jusqu'à la Chapelle Notre Dame de Dusenbach (360) et au petit couvent logés dans le très étroit vallon du Dusenbach, au contact du granite du Bilstein et du gneiss de la Pépinière (450). Le granite des Verreries bande S n'a ici que 100 m. de large. On monte le long du ravin dans le granite du Brézouard, en un chemin malaisé vers le lieu dit Ferme du Hêtre. Mais on s'arrête à l'altitude 620, à un carrefour de 3 chemins. On est ici au contact du granite du Brézouard et de celui des Verreries bande N. On repart vers l'E vers la cote 625,8 par le sentier le plus septentrional. On tente de constater la présence du basalte tertiaire dit du Cerisier Noir, à environ 100 m. au SE de ce lieu dit (641). Son observation est difficile dans la forêt où on peut en rencontrer quelques fragments épars à la surface du sol ; ils proviennent d'un filon à bord abrupt à l'E, plongeant doucement vers l'W dans le granite du Brézouard. On redescend par le même chemin.

*Variante B* — Agate du Schlüsselstein. De la cote 625,8, pour atteindre ce rocher (574) prendre vers l'E un sentier suivant la crête. Eviter de redescendre trop au SE vers Ribeaupierre ou trop au N vers Thannenkirch. Distance 1500 m. Le Schlüsselstein est un rocher de granite du Brézouard, ruiniforme, au versant duquel un filon d'agate a été fort exploité par les touristes. Tous les abords ont subi une silicification secondaire accentuée qui s'étend aux terrains anciens et triasiques. Belle vue sur la plaine rhénane. Un grand nombre de chemins en pente raide permettent de redescendre vers Ribeauvillé, 2 km. à vol d'oiseau.

## Excursion n° XI : La basse vallée de la Bruche.

---

Etude du complexe schisto-grauwackeux dévono-dinantien.

*Itinéraire* : Lingolsheim, Hangenbieten, Molsheim, Mutzig, Urmatt, Wisches, Russ, Hersbach, Schirmeck, Wackenbach, Schirmeck.

*Cartes* : G 200.000 JUNG Vosges hercyniennes  
G 80.000 Strasbourg  
T 50.000 Strasbourg, Molsheim.  
T 20.000 Strasbourg 1-2, Molsheim 1-2, Molsheim 3-4,  
Molsheim 5-6.

Le trajet au sortir de Strasbourg emprunte la route de Lingolsheim, Hangenbieten (voir excursion n° III). A Kolbsheim, sur le bord de la route, la molasse chattienne renferme des coquilles actuelles. Jusqu'à Molsheim on observe les terrasses de la Bruche. A partir de là on entre dans la zone des collines sous-vosgiennes (200 à 300 m. d'altitude). Cette région très faillée appartient à la bordure du grand champ de fractures de Saverne.

A la sortie de Molsheim (176), construite sur la rive G de la Bruche, on observe à D de la route des argiles schistoïdes verdâtres de l'Embéricien. Elles ne présentent pas ici de bancs ligniteux comme dans la Lettenkohle allemande. A quelques mètres de ces argiles, séparé d'elles par une faille N-S, le Ruauxien se présente en grès calcaires dolomitiques, légèrement argileux, avec en certains points des fossiles marins. Au-dessus, les coteaux de Mutzig-Molsheim, couverts de vignobles, sont faits de calcaires coquilliers à Cératites et appartiennent au Frédéricien.

La route traverse l'agglomération de Mutzig (188) dominée au N par une colline de grès vosgien. Le Savernien que l'on peut toucher à la sortie de Mutzig atteint 400 m. d'épaisseur vers le N ; il est surmonté

de conglomérat de Ste Odile et de grès à *Voltzia*. De l'autre côté de la Bruche s'élève le Dreispitz. Au-delà de Mutzig le paysage devient vosgien ; la Bruche coule dans un couloir de prairies encadré de versants boisés.

A Heiligenberg la vallée s'encaisse ; près de la gare une carrière est ouverte dans le grès vosgien. Le village bâti sur une éminence occupe l'emplacement d'une station romaine avec ateliers de céramiques qui ont fourni une importante collection de poteries conservées au Musée de Strasbourg.

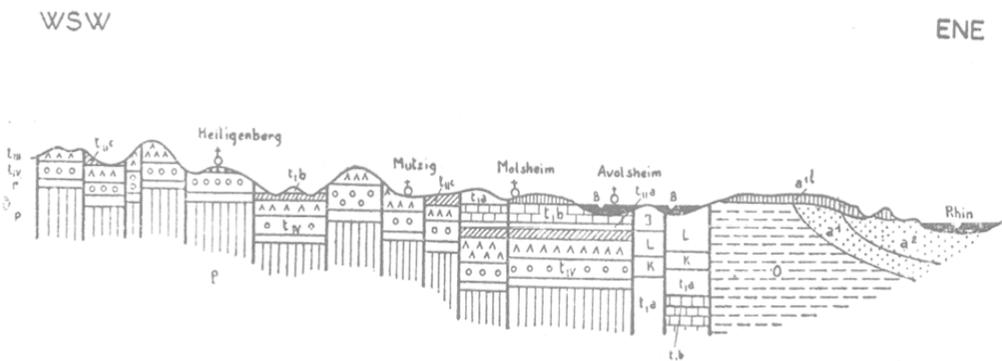


Fig. 13. — Coupe schématique du champ de fractures de Molsheim. — B Bruche ; a<sup>III</sup> alluvions récentes (sables de la Bruche) ; — a<sup>I</sup> alluvions anciennes (sables de Hangenbieten) ; — a<sup>II</sup> loess ; — O Oligocène ; — J Bajocien ; — L Lias ; — K Keuper ; — t<sub>,a</sub> Embéricien ; — t<sub>,b</sub> Frédéricien ; — t<sub>,a</sub> Pexonnien ; — t<sub>,c</sub> Ruauxien ; — t<sub>,,</sub> Vaslézien ; — t<sub>,v</sub> Vosgien ; — r Permien ; — P Primaire.

Aux environs d'Urmatt (234) la vallée s'élargit à nouveau car les couches plongent vers le N, de sorte que sur le versant N le grès vosgien disparaît sous le grès bigarré et le grès coquillier, recouverts eux-mêmes par une terrasse d'alluvions anciennes. En sortant d'Urmatt on distingue à l'W le Donon (1008).

Lutzelhouse — La Bruche marque ici la limite des langues : patois vosgien en rive G, dialecte alsacien en rive D.

Wisches — Sur le territoire de Wisches, dans la vallée du Netzenbach (affluent de rive G de la Bruche), une carrière permet d'étudier, la grau-wacke dévono-dinantienne sur un front de 40 à 50 m. Les fossiles y sont rares : Radiolaires, Polypiers, tiges de *Lepidodendron*. La grau-wacke est disposée en bancs plus ou moins schisteux, fins ou grossiers, inclinés vers le SSW de 45°. Dans la masse on observe des plans de diaclases perpendiculaires à cette inclinaison. En certains points les grau-wackes à débris végétaux alternent avec des schistes noirs, fins, à Radiolaires. Ces schistes passent aux phanites et des brèches associent un fond de grau-

wacke à des morceaux de phtanites remaniés. En d'autres points des schistes rubannés verts ou rosés à Radiolaires contiennent parfois des spicules d'Eponges (J. DE LAPPARENT). Une deuxième carrière présente des bancs de grauwacke plus épais.

Sur la rive D de la Bruche les carrières Socarvo à Schwarzbach sont ouvertes dans une andésite compacte très dure, mêlée de schistes et de grauwackes.

Russ. Un premier affleurement montre des bancs de poudingues formés de galets de granite rougeâtre, des morceaux de phtanites, de calcaires, de grauwackes ; on y aurait trouvé *Calceola sandalina*. Un deuxième affleurement, un peu plus au SE que le précédent, montre les grauwackes et les schistes transformés en cornéenne. Le métamorphisme assez poussé est dû au granite du Champ du Feu ; on trouve en effet ce granite à quelques kilomètres en se dirigeant vers le SE. A l'extrémité SE du deuxième affleurement une microsénite micacée existe en filon (minette).

Traverser tout le village jusqu'à la cote 329 et monter à D par un sentier jusqu'au Signal de Russ (578). Un peu au-dessous du sommet on extrait le marbre de Russ ; c'est une masse de calcaires récifaux riches en débris d'Encrines, *Stringocephalus burtini*, *Calceola sandalina*, *Stromatopores*, *Favosites* ; le gisement forme une lentille à peu près verticale, située parmi des grauwackes et des poudingues à galets de granite. Dans l'église de Russ les marches de l'autel et le banc de communion sont taillés et polis dans du marbre de Russ ; on peut y observer des sections de Stringocéphales.

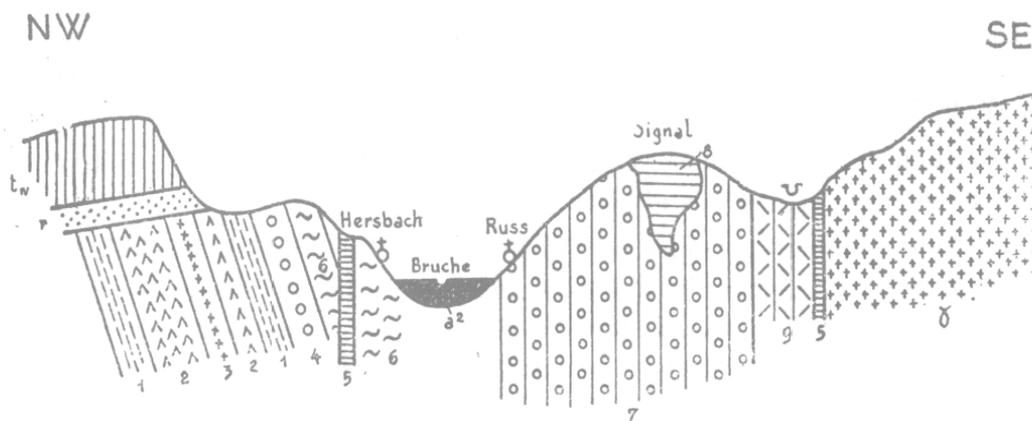


Fig. 14. — Coupe schématique NW-SE de la vallée de la Bruche. — a<sup>2</sup> alluvions récentes ; — t<sub>1v</sub> grès vosgien ; — r Permien ; — γ granite du Champ du Feu ; — hd Dévono-dinantien : schistes dévoniens ; — 2. roches volcaniques ; 3. roches micro-granitiques ; — 4. brèche calcaire ; — 5. minette ; — 6. arkoses ; — 7. grauwackes et poudingues ; — 8. calcaire récifal ; — 9. cornéennes.

Du Signal de Russ, on distingue la vallée de la Bruche avec le bourg de Wisches, la ligne des collines sous-vosgiennes avec la pénéplaine post-hercynienne, les Vosges ; à l'extrémité SW se trouve la « Chatte pendue » (900) qui est le premier contrefort de la cuvette parisienne.

Redescendre à Russ et traverser la Bruche pour rejoindre Hersbach. Deux carrières accolées exploitent grauwackes et arkoses comme matériau d'empierrement : à D la carrière Douvier plus inclinée vers le SE, à G la carrière Wenger et Petit plus inclinée vers le S. La carrière Douvier montre des grès très redressés avec arkoses, séparés de formations plus ou moins schisteuses verdâtres par une faille subparallèle à la Bruche et d'orientation WSW-ENE ; ces formations vertes comprennent des schistes et des phtanites à Radiolaires (J. DE LAPPARENT).

La carrière Wenger et Petit ne comprend que des schistes et des phtanites qui, à l'extrémité G de la carrière, sont très sombres et inutilisables pour l'empierrement. Les schistes phtanitiques des deux carrières forment un anticlinal. Dans les arkoses, des facies bréchiques à morceaux de calcaires résifaux annoncent les conglomérats de la tranchée de chemin de fer avant Schirmeck.

Schirmeck (320). A 1200 m. au N de Schirmeck, près de la rotonde des locomotives, affleurent, sur 15 mètres environ d'épaisseur, des schistes dévoniens gris verdâtres à Psilophytes *Asteroxylon hostimensis*, avec bancs intercalés de calcaires bréchiques. Cette brèche formée de blocs mal roulés contient des Stromatoporidés, des Favositidés, des Cyatophyllidés et de nombreux articles de Crinoïdes.

Le long de la voie ferrée on observe des roches microgranitiques et des diabases. On se trouve dans le district éruptif de la Bruche où affleurent des roches volcaniques à quartz libre, des roches andésitiques (diabases et porphyrites) et des minettes. Les tufs et roches volcaniques rappellent les roches des carrières de St-Nabor. A environ 1 km. à l'W de la gare de Schirmeck, une ancienne carrière montre encore des kératephyres avec filons de minette.

Wackenbach (440). A 1 km. au N du village, le long d'un chemin conduisant au Donon, on exploitait autrefois un calcaire assez semblable au calcaire de Russ ; contenu en lentille dans des schistes, avec inclinaison de 60° SE, il livrait de nombreux *Actinostroma* et *Stromatopora*, des *Alveolites*, peu de Crinoïdes.

## Excursion n° XII : Haute vallée de la Bruche.

---

Granites et grauwackes.

*Itinéraire* : Rothau, le Struthof, Rothau, Fouday, St-Blaise, Champenay, Bourg-Bruche.

*Cartes* : G 200.000 JUNG Vosges hercyniennes  
G 80.000 Strasbourg  
T 50.000 Molsheim, Cirey-sur-Vezouse, St-Dié  
T 20.000 Molsheim 5-6, Cirey-sur-Vezouse 7-8, St-Dié 3-4.

Rothau (338). Lorsque de Rothau on remonte la vallée de la Rothaine (affluent de rive D de la Bruche), on rencontre d'abord du granite du Kagenfels puis aux dernières maisons de l'agglomération on entre dans le domaine du granite du Champ du Feu. La route du Struthof zigzague durant 5 km. dans la zone de contact des granites de Natzwiller et du Champ du Feu, recoupant tantôt l'un, tantôt l'autre de ces granites (J.-P. von ELLER). Elle fut construite pendant la guerre de 1939-45 par les détenus politiques du Pénitencier allemand du Struthof.

A partir de 300 m. avant le carrefour où la route du Struthof s'embranché sur la route de Rothau à Natzwiller, on observe des alternances répétées de microgranites, de granite du Champ du Feu avec quelques apophyses de granite de Natzwiller. Le premier grand virage (450) est dans le granite du Champ du Feu ; le deuxième (568) est dans le granite de Natzwiller. Puis la route recoupe des microgranites, du granite du Champ du Feu, puis des diorites quartzifères (600 à 620) ; elle monte ensuite à travers le granite du Champ du Feu à enclaves dioritiques. Après un nouveau passage à travers des diorites quartzifères elle se bifur-

que ; la branche méridionale dessert la grande carrière de granite de Natzwiller. Ce granite à biotite avec de grandes orthoses est recoupé par d'importants filons d'aprites tantôt rouges, tantôt décolorées. La branche septentrionale se rend au camp du Struthof et à la carrière des Fusillés. On y observe des phénomènes typiques de désagrégation du granite avec formation de mamelons granitiques et d'arène sableuse.

Revenir à Rothau par la même route et remonter la vallée de la Bruche. La route de Strasbourg à St-Dié passe en contrebas, traversant la Bruche près du lieu-dit le Pont de Charité (357). La voie ferrée surélevée en talus dominant la route entaille un massif rocheux qui s'étend entre le pont routier supérieur et le passage routier inférieur du chemin qui s'enfonce dans le vallon de Noiregoutte vers le massif dit le Nid des Oiseaux. La masse principale du rocher est une andésite assez voisine de celle exploitée à Raon-l'Étape sous le nom commercial de trapp.

Au S du vallon de Noiregoutte on retrouve jusqu'aux abords du viaduc de Fouday des schistes grauwackeux passant à des brèches interstratifiées avec des andésites. De nombreux filons de microgranites, d'aprites et de minettes, en relation avec le granite du Champ du Feu, sont insinués dans cette série schisto-grauwackeuse.

Aux environs du Pont des Bas, des roches à Radiolaires se présentent sous l'aspect de schistes noirs rubannés, de phtanites noirs compacts ou de phtanites gris verdâtre. Dans la tranchée de chemin de fer, entre le viaduc et la gare de Fouday, sur le versant D de la Bruche, on retrouve les mêmes phtanites noirs à Radiolaires (D. SCHNEEGANS). Vers Fouday, on atteint le granite du Champ du Feu sur les deux rives de la Bruche ; altéré en surface, il forme d'importantes arènes granitiques (carrière de granite de Diesbach).

Près de la station de St-Blaise-La Roche-Poutay, la vallée est creusée dans le Dinantien grauwackeux. Dominant la vallée de Plaine, une faille alpine met en contact le Permien contre la grauwacke. Vers l'W la côte du massif de la Chatte Pendue, du Roitelet et de la Noire Côte représente la bordure orientale triasique de la cuvette parisienne.

Quittant la Nat. 420 couper à D à travers les prés, longer un petit étang et traverser la Bruche pour rejoindre le chemin V O vers Champenay. A D coule le ruisseau de Champenay. Un peu avant le tournant de Bénaville une carrière montre la grauwacke dinantienne métamorphique et le Permien gréseux abaissé par une faille. Continuer jusqu'au carrefour 451,2 et le long d'un petit sentier dès qu'on a passé le pont du ruisseau

de Champenay. Juste au tournant on observe des lamprophyres à grands cristaux de biotite.

Environ à 200 m. au N de ce ruisseau, sur sa rive G, au pied d'un escarpement rocheux entaillé par d'anciennes exploitations, se trouve le gisement (455) de grauwacke schisteuse dinantienne ; l'affleurement n'a qu'une surface de quelques mètres carrés et les couches inclinent vers le S de 30°. Les schistes sont noirs, à grain fin, mais à fissilité peu prononcée. Les empreintes de coloration brunâtre sont rares. On y a reconnu : *Sphenopteridium dissectum*, *Cardiopteris frondosa*, *Rhacopteris inaequilatera*, *Rh. geikiei*, *Sphenopteris foliolata*, *Ulodendron* (P. CORSIN et G. DUBOIS). Les couches de Champenay se prolongent à flanc de coteau, en direction ENE (L. GRAUVOGEL).

Gagner le village de Champenay ; la route et le ruisseau passent entre deux collines (490 et 509) de grès rose permien dit grès de Champenay. Au carrefour prendre à G le chemin V O qui se dirige vers le col du Hantz. A l'altitude 550, une carrière est ouverte au S du chemin dans le grès rose fin, lacustre, exploité dans le Bois de Plaine. On y observe une stratification entrecroisée en bancs épais (photo dans E. HAUG, Traité de Géologie, II, 1, pl. LXXXVIII).

Revenir au carrefour de Champenay (465) et remonter le V O vers le NE, parmi du Permien schisteux rouge, jusqu'aux Fosses. Là on descend le petit chemin de champ menant à la cote 502. On y observe en très mauvais affleurement une grauwacke gréseuse rouge bréchoïde, avec fossiles généralement en cavités. Les fossiles, rares, sont dévoniens : *Calceola sandalina*, *Atrypa reticularis*. L'ensemble donne l'impression d'un remaniement bréchique d'âge carbonifère.

Regagner les Fosses, puis Plaine ; suivre le chemin V O allant vers Poutay. Avant le pont enjambant le ruisseau de Poutay, prendre sur la rive G le sentier montant. Un gisement de grauwacke non schisteuse est identique comme facies et comme flore à celui du ruisseau de Champenay. Les fossiles y sont rares : tiges écrasées de Calamites et folioles de Fougères (L. GRAUVOGEL).

Continuant à remonter la vallée de la Bruche, on atteint Bourg-Bruche qui est bâti au pied de la côte de grès vosgien du Solamont. A Bourg-Bruche on touche le Permien et dans la vallée (489) affleure le granite du Champ du Feu. Le substratum hercynien décapé par l'érosion forme une pénélaine anté-permienne particulièrement bien visible entre Saulxures et Bourg-Bruche où sur la rive W elle simule parfois une terrasse.

Si on veut aller toucher la faille de St-Stail, il faut longer vers le N le pied du Solamont, en bordure du bois de Bourg-Bruche, jusqu'au vallon du ruisseau du Grandroué dans lequel on s'engage en cheminant vers l'W entre le Solamont au S (835) et le Sapinot au N (750). Il faut monter jusqu'au Palais le long du ruisseau par un très mauvais sentier. Cette grande faille qui va de St-Stail à Rothau sépare deux régions formées l'une presque uniquement de roches volcaniques, l'autre de schistes, d'arkoses et de conglomérats.

---

### Excursion n° XIII : Zone schisteuse du Climont.

---

Ecailles de Lubine, massif gneissique d'Urbeis.

*Itinéraire* : Bourg-Bruche, Moulin de la Bruche, Le Hang, col de l'Abatteux, Lubine, Urbeis, Lalaye.

*Cartes* : G 200.000 JUNG Vosges hercyniennes  
G 80.000 Strasbourg, Colmar.  
G 50.000 JUNG Carte géologique de la zone de contact des gneiss d'Urbeis et des schistes de Villé.  
T 50.000 Saint-Dié, Sélestat.  
T 20.000 Saint-Dié 3-4, Saint-Dié 7-8.

De Bourg-Bruche suivre la Nat 420 en direction de Saales et monter jusqu'à l'Ancien Moulin de la Bruche (514,2) ; traverser la Bruche et passer sous la voie ferrée afin de prendre le sentier qui, par le flanc D du val de Bruche, se dirige vers le Hang.

Quittant le granite du Champ du Feu on passe aux schistes de Steige violacés, avec nombreux fragments de filonnets de quartz laiteux très blanc. Leur teinte violacée est due à la migration du fer du Permien sus-jacent. Les schistes présentent une schistosité remarquable mais sont dépourvus de fossiles. Ils forment une bande qui aboutit dans la région d'Andlau.

Le chemin recoupe ensuite au hameau de La Fraise les sédiments gréseux rougeâtres d'une butte-témoin de Permien supérieur qui s'étend jusqu'à la limite des schistes de Steige et de Villé.

Entre la cote 555,5 et la ferme du Hang une bande de roche cristalline dure fait saillie dans les schistes encaissants de Villé : la porphyroïde du

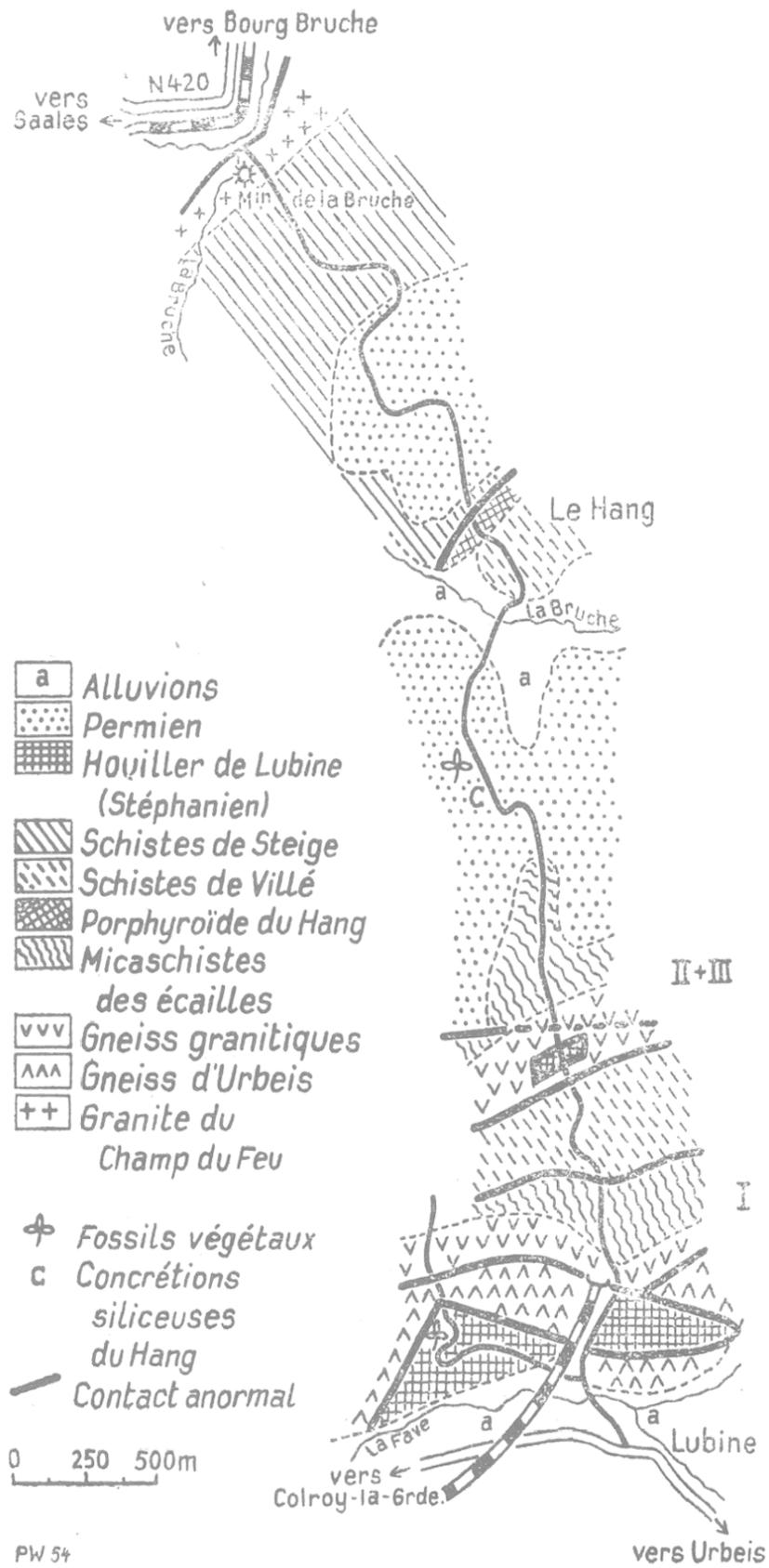


Fig. 15. — Carte itinéraire à travers la zone schisteuse du Climont (F. FIRTON d'après J. JUNG).

Hang. Elle est faite d'une pâte sériciteuse avec quartz bipyramidés corrodés analogues à ceux que l'on trouve dans les microgranites (J. JUNG).

Près du Hang le Permien renferme des concrétions siliceuses (cornalines) rougeâtres, ainsi que des fragments assez rares de bois silicifié attribué au genre *Dadoxylon* (F. FIRTON). On peut éventuellement en récolter sur le chemin.

Obliquer nettement vers le S en direction du col de l'Abatteux. Le ruisseau traversé n'est autre que la Bruche dont la source se situe à 1500 m. plus à l'E au pied du Climont. On abordera ainsi la couverture permienne ; elle comporte deux buttes triasiques : le Voyemont (789) et le Climont (966) montagne trapézoïdale à sommet légèrement ensellé (*Cliivius montis*). Le Climont marque la limite orientale du Bassin permien de Saint-Dié.

A proximité immédiate du croisement du chemin avec l'ancienne frontière, le sentier entaille un Permien argileux gris-violacé.

Après la traversée du col de l'Abatteux (598) on quitte le Permien pour descendre dans le Vallon du tunnel qui recoupe la zone des écailles de schistes cristallins ; elles sont au nombre de trois, mais dans la région considérée la troisième et la seconde fusionnent pour ne former qu'une seule bande, ainsi que J. JUNG a pu s'en rendre compte lors de la percée du tunnel de Lubine.

La troisième **écaille** dite de **Plaine-dessus-le-Mont** est essentiellement formée de micaschistes, mais l'itinéraire suivi n'en permet guère l'étude. Par contre le chemin conduisant à Lubine passe près d'une carrière qui entaille un gneiss granitique ; celui-ci forme une bande W-E bien marquée dans la topographie et appartient à la deuxième **écaille** dite de **Droite de Fête**. La roche présente un aspect granitoïde et renferme de nombreux feldspaths rougeâtres. Le conglomérat de Russ (excursion n° XI) contient de nombreux galets qui semblent provenir d'une roche analogue.

A très faible distance et au N de la carrière mentionnée ci-dessus, une autre carrière permet l'étude de sédiments gréseux d'un petit compartiment de Houiller stérile encastré dans le gneiss granitique. Ce dernier est brusquement relayé par une zone pétrographiquement différente, avec contact anormal. On y trouve une roche schisteuse de teinte foncée, traversée par de nombreux filonnets de quartz blanc. Cette zone est constituée par les schistes de Villé qui viennent s'insérer entre la seconde et la première **écaille**.

Sans transition aucune, on passe ensuite à un micaschiste dont on pourra

récolter des échantillons dans le lit du ruisseau, ainsi que sur le flanc droit du vallon. Cette roche fait partie de la première **écaille** dite de **Revers de Fête**. Cette écaille, de loin la plus étendue (on peut la suivre de Colroy à l'W jusqu'à Lalaye sur le bord occidental du bassin de Villé) comprend, en outre, une bande de gneiss granitique qui affleure le long du chemin. Le degré de dureté de cette roche contribue à bien la mettre en évidence dans le paysage.

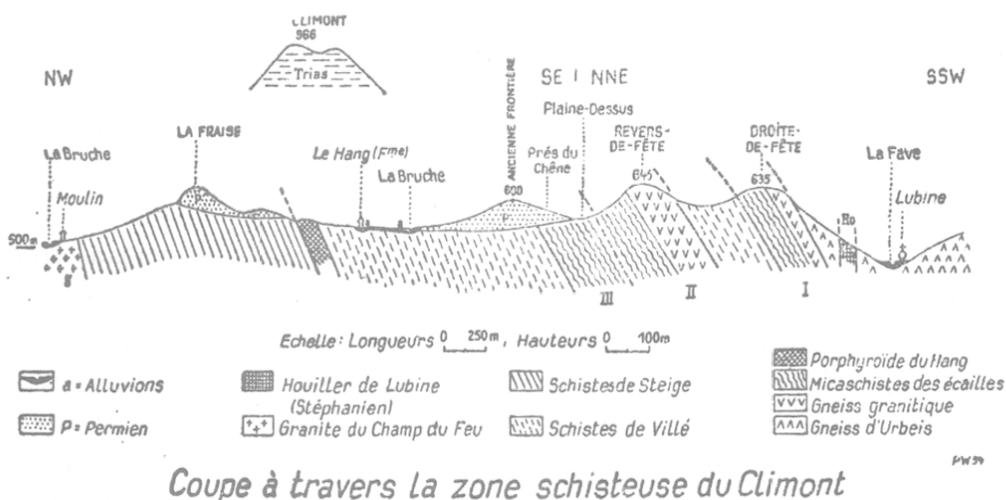


Fig. 16. — Coupe schématique à travers la zone schisteuse du Climont (F. FIRTION).

Au S de la première écaille, des schistes gréseux et charbonneux indiquent la présence d'un compartiment de Houiller pris dans les gneiss d'Urbeis. La roche qui affleure à proximité de Lubine est très altérée ; son allure générale montre qu'elle fut l'objet d'une action tectonique intense ; en effet le massif gneissique a été charrié sur la zone des écailles.

Le Houiller de Lubine comprend toute une série de compartiments ; les deux plus importants se situent immédiatement au N de l'agglomération. Nous avons déjà rencontré le premier ; le second se trouve à l'W du précédent sur la colline contournée par la voie ferrée. Le chemin qui y conduit forme une épingle à cheveux près de laquelle on aura la possibilité de récolter des fossiles végétaux qui permettent d'attribuer le gisement au Stéphanien. Les restes comportent des frondes de Fougères et des graines : *Calamites*, *Annularia sphenophylloides*, *A. longifolia*, *Sphenophyllum oblongifolium*, *S. angustifolium*, *Odontopteris reichi*, *O. obtusa*, *Neuropteris tenuifolia*, *N. gigantea*, *Nephropteris dilatata*, *Dictyopteris schutzei*, *Alethopteris grandini*, *Pecopteris plückereti*, *P. polymorpha*,

*P. hemiteloides, Cordaites, Dadoxylon, Trigonocarpus, Codonospermum, Carpolites, Samaropsis, Rhabdocarpus* (N. BOULAY).

La route qui de Lubine passe par le col d'Urbeis pour rejoindre Villé recoupe les micaschistes et les gneiss granitiques de la seconde et de la première écaïlle, une première fois près du col, une deuxième fois avant le Haut d'Urbeis. Puis elle reste jusqu'à Lalaye dans les gneiss d'Urbeis.

Au SW de Lalaye le gisement de Houiller de la colline du Kohlberg, constitué de couches alternées de grès grossiers, de conglomérats et de schistes noirs a fourni une flore stéphanienne abondante étudiée par J. STERZEL. Du Kohlberg on domine le bassin effondré permien de Villé qu'une faille met en contact avec le socle cristallin.

**Excursion n° XIV : Colmar, Gérardmer, Metzeral.**

---

Etude de granites et de phénomènes glaciaires.

*Itinéraire* : Wintzenheim, Munster, Stosswihr, Soultzeren, col de la Schlucht, Gérardmer, col de la Schlucht, Schaeferthal, Schiessrothried, Fischboedle, Metzeral.

*Cartes* : G 200.000 JUNG Vosges hercyniennes  
G 80.000 Colmar, Epinal.  
T 50.000 Colmar, Neuf-Brisach, Munster, Gérardmer.  
T 20.000 Colmar 5-6, Neuf-Brisach 1-2, Munster 3-4, Gérardmer 5-6, Gérardmer 7-8.

La ville de Colmar (196) est construite en sa partie W sur le cône alluvial de la Fecht ; en sa partie E elle est bâtie dans la vallée ello-rhénane où aboutit la Lauch. Le vieux site gallo-romain était en plaine ello-rhénane à l'E de l'Ill, au village nommé actuellement Horbourg. La partie S du cône alluvial de la Fecht est couverte de limons loessiques sur 5 m. d'épaisseur environ. Au N le cône alluvial est à nu, la Fecht ayant fortement dérivé vers le N et n'arrivant en plaine ello-rhénane qu'après sa jonction avec la Weiss entre Ostheim et Guémar. Le Logelbach qui traverse Colmar en son centre même est une branche artificielle en tout ou en partie de la Fecht et dérivée de celle-ci à Turckheim.

Quittant Colmar on s'élève doucement sur le cône alluvial de la Fecht, en remarquant au N le petit champ de fractures de Katzenthal-Ingersheim. Les cailloutis du cône alluvial sont couverts de vignobles ; mais les meilleurs crus poussent sur le Jurassique et l'Oligocène du champ de fractures lui-même. A G on aperçoit les tours des châteaux d'Eguisheim. A partir de Wintzenheim (rive D) et Turckheim (rive G) on s'engage dans la vallée de la Fecht et on pénètre dans le massif de roches anciennes.

Au N de Turckheim, le champ de fractures s'appuie à un lambeau de granite à muscovite. Entre Zimmerbach et Walbach on peut observer des gneiss granitiques analogues à ceux des Trois-Epis mais présentant une granitisation plus intense. Puis à partir de Wihr-au-Val on entre dans le domaine du granite des crêtes : c'est un granite caractérisé par de grands cristaux d'orthose, très blancs et rectangulaires, dans une pâte sombre faite de biotite, petits grains d'oligoclase roses et hornblende brunâtre ou presque incolore.

La vallée est large, à fond assez plat et à pente peu marquée. Son bord fluvial est souvent abrupt et se voit de loin. Presque tout au long de la vallée se dessine au N en rive G une terrasse très nette qui se suit jusqu'à Munster ; au contraire au S en rive D apparaissent surtout des cônes torrentiels de vallons latéraux, plus ou moins bombés. Le fond rocheux granitique s'observe en quelques carrières.

Wihr-au-Val (309) est une station permettant l'accès de Soultzbach-les-Bains éloigné de 1 km. ; cette station balnéaire prospère au XVIII<sup>e</sup> siècle exploite les sources minérales de Gonzenbach et du Château ; les eaux y sont ferrugineuses, alcalines, gazeuses et servent d'eau de table. La terminaison du Dinantien grauwackeux de Soultzbach-les-Bains n'apparaît pas dans le val de la Fecht lui-même.

Munster (383) est dans le val St-Grégoire. On y quitte la vallée principale pour monter maintenant par une pente plus sensible dans la ville même. Le segment Munster-Stosswihr vers 390 paraît être une auge glaciaire ancienne à flancs très estompés, vraisemblablement d'âge rissien. On traverse alors une bande de granite à muscovite à texture finement grenue ; les grands cristaux d'orthose disparaissent et la biotite est remplacée par de la muscovite.

A Stosswihr (458) on quitte la branche N (petite Fecht) pour s'élever le long d'un de ses affluents. La pente est maintenant très accentuée. On entre en domaine glaciaire mais les détails de la topographie sont souvent masqués par la forêt installée sur des éboulis.

Soultzeren (583). La route décrit de nombreux lacets dans la forêt très dense, d'où une visibilité souvent mauvaise, même en hiver. On aperçoit pourtant de place en place, en avant sur la G, la croupe du Hohneck et les abrupts hardis de son versant alsacien. La roche de fond est toujours le granite porphyroïde des crêtes avec, de plus en plus fréquemment, des mers de roches d'éboulis, des paquets morainiques francs à galets roulés, rarement du fluvio-glaciaire. Enfin à G des échappées de paysage plus

nombreuses laissent voir au premier plan l'auge glaciaire de la Fecht dominée par le rocher granitique du Krappenfels et la croupe très large presque plate du Hohneck. Près du tunnel, 200 m. avant d'arriver au col, un belvédère permet d'observer la sculpture glaciaire violente du cirque de la Schluchtmatt qui s'évase entre les promontoires de Montabey-Trois Fours et de Spitzenfels-Altenberg. Au SE de la Schlucht on aperçoit au loin les crêtes dominées par le Grand Ballon.

Le col de la Schlucht (1139) était autrefois une assez étroite échancre, plus ou moins artificiellement élargie par la suite de façon à permettre un stationnement des voitures. On a fait sauter les rochers de granite et étalé les déblais sur le versant lorrain dont la pente est beaucoup plus douce que celle du versant alsacien.

La route Colmar-Gérardmer coupe au col la route des crêtes (œuvre réalisée pendant la guerre 1914-1918) qui se dirige au N vers la Haute Chaume du Tanet et au S vers celle de Montabey. La route de Gérardmer contourne presque horizontalement la tête de l'auge glaciaire de la Grande Meurthe, avec la combe ou auge du Valtin. Au Collet (1110) on passe du versant de la Meurthe à celui de la Vologne (bassin de la Moselle). Le cours de la Vologne descend de la crête vosgienne vers un grand cirque occupé par le petit lac de Retourner (789), barré par un verrou de granite à deux micras ; il lui succède l'auge en partie occupée par le lac de Longemer (707) et par des placages glaciaires et fluvio-glaciaires terminaux à l'aval.

A la Roche du Diable (1000) on touche le granite à deux micras ; on y a une belle vue sur les deux lacs. Des schistes grauwaqueux métamorphiques s'observent entre le Haut de Retourner et le lac (à l'embranchement de la route forestière). Au-delà on retrouve le granite à amphibole et biotite ; puis entre Retourner et Longemer (forêt de la Brande) les gneiss granitiques. Au niveau du lac de Longemer se trouvent des migmatites avec microgranites.

Au bas de Droite du Lac la pente devient faible ; la vallée est large, semée de vallums morainiques qui ont sans doute été édifiés durant la décrue du stade où la langue du glacier avait façonné la cuvette du lac de Gérardmer (P. LORY). Devant Xonrupt une carrière montre du fluvio-glaciaire sablo-caillouteux avec blocs erratiques ; au S de la route existe un dépôt tourbeux.

Après le Saut des Cuves où affleure du granite parcouru de filons durs de microgranulite brun rougeâtre se détachant sur le fond clair du granite, la route abandonne la Vologne qui continue son cheminement vers le NW

dans l'étroite gorge de Kichompré. Vers le N, dans les gneiss granitiques, aux environs de la Béheuille, se trouve un gneiss oillé à grands cristaux d'orthose alignés dans une pâte finement grenue sillonnée d'aprites ; ces gneiss oillés forment une sorte de filon. L'extrémité méridionale du massif gneissique d'Urbeis se termine dans la région au NE de Gérardmer par un ensemble de gneiss granitiques, d'amphibolites, de gneiss à grenat et de gneiss oillés.

La route remonte la large vallée de la Jamagne, auge glaciaire très encombrée de produits erratiques, morainiques et de fluvio-glaciaire. Le lac de Gérardmer (624) occupe une partie de l'auge. De l'extrémité orientale du lac on voit très nettement le barrage morainique qui à son aval primitif oblitère de part et d'autre la vallée. Ce barrage est constitué par une masse de graviers contenant des blocs épars plus ou moins arrondis et des lentilles de sables ; cette masse recouvre un sable grossier à stratification confuse contenant des blocs épars (J. LORIÉ).

Vers l'W l'auge se continue par la vallée du Tholy. Elle est encombrée de dépôts morainiques et de tourbières bombées (Le Beillard et Pré Champs). La tourbe du Beillard (3 m. 50 d'épaisseur) noire et compacte offre l'histoire forestière suivante : croissance du Bouleau avec Pin et Coudrier — défervescence du Bouleau au profit du Pin — puis Coudrier et Chénaie mixte (Chêne, Tilleul, un peu d'Orme) — enfin dans les couches supérieures Sapin et un peu de Hêtre (J.-P. HATT).

Revenir à la Schlucht et continuer la course à pied (soit environ 10 km.). Prendre la route des crêtes qui contourne vers l'W la masse du Hochneck par les prairies du Montabey. On quitte la zone forestière (sapins et hêtres de plus en plus rabougris) pour la végétation des « chaumes », landes d'herbes courtes et dures, parsemées de bruyères et de myrtilles avec quelques plantes alpines. Sur la D remarquer la vue sur la vallée glaciaire rectiligne du Valtin et aux abords de la source de la Vologne celle sur la vallée des lacs de Longemer et de Retournermer. Au carrefour d'un chemin redescendant à G vers le Collet on arrive au col de Falimont, au pied du Haut de Falimont.

En montant du col vers le Hohneck se dégage progressivement le paysage glaciaire du versant alsacien : au loin au N la masse du Krappenfels (1222) ; entre le Krappenfels, le Haut de Falimont et le Hohneck, les cirques du Frankenthal (1000) auxquels fait suite en contrebas le cirque du Rothried (835,3). Du Hohneck (1362,4) sommet plat de la pénéplaine éogène rajeunie de la pénéplaine post-hercynienne, on jouit

d'une belle vue sur l'ensemble des Vosges, la Forêt-Noire et si le temps est propice l'Oberland bernois. Au pied côté SE on distingue les cirques du Schiessroth, du Fischboedle et l'auge de la Wormsa.

La descente se fait d'abord en direction du refuge C.A.F. du Schaeferthal dans le col entre le Hohneck et le Petit Hohneck (1283,3). La dénivellation entre ces deux hauteurs, éléments de la même plaine, est provoquée vraisemblablement par une faille alpine oligocène ou post-oligocène. Obliquer au S du col même, avant d'atteindre le Schaeferthal et emprunter un très mauvais chemin ouvert dans le granite.

A l'auberge du Schiessroth un sentier de montagne en zig-zag permet par une pente très raide de rejoindre le Schiessrothried. L'étang aménagé en réservoir (920) occupe l'un des cirques successifs de ce versant ; on peut y observer à l'extrémité SW de la digue des vestiges de dépôts morainiques. Passer par la digue sur le flanc W du cirque pour suivre le sentier qui descend au Fischboedle (790), autre cirque barré par une moraine et aménagé en lac artificiel. Tout le trajet permet d'observer de très beaux faits de sculptures glaciaires, allant jusqu'à la formation des arêtes aigues des Spitzkoepfe (1166) qui dominent le Fischboedle au NW. Ces arêtes sont exceptionnelles dans les Vosges et il s'y produit parfois des accidents de montagne. On y trouve une flore alpestre rare ; dans les gorges profondes la neige se maintient jusqu'au milieu de l'été. Un important matériel morainique, des blocs de granites roulés, des roches moutonnées encombrant le cirque et déterminent la cascade du Wasserfelsen.

A partir du Fischboedle on peut atteindre une route carrossable qui après quelques centaines de mètres permet de longer l'auge typique de la Wormsa dont le fond plat dans l'ensemble (550) présente quelques roches moutonnées granitiques ; les pentes raides sont couvertes de blocs morainiques. L'auge se rétrécit au débouché de la Wormsa dans la Fecht et à hauteur de Mittlach on peut observer une moraine terminale würmienne avec sables et galets, appartenant à un stade de retrait (coupe près du pont du chemin de fer). Le cône de transition fluvio-glaciaire s'étend jusqu'à Luttenbach. On rejoint Metzeral (479) après avoir parcouru 2 km. 5 le long de la Fecht par un chemin parallèle à la D 10 VI. A Luttenbach la Fecht reçoit en rive D la Furch qui traverse un massif de granite acide à grain fin ou granite de la Furch (J. Jung).

## Excursion n° XV. — Le Sundgau.

---

Etude de l'Oligocène.

*Itinéraire* : Mulhouse, Brunstatt, Altkirch, Dannemarie, Chavannes, Froidefontaine, Bourogne, Belfort.

*Cartes* : G 80.000 Mulhouse, Lure.

T 50.000 Mulhouse, Altkirch, Belfort

T 20.000 Mulhouse 5-6, Altkirch 1-2, Belfort 3-4, Belfort 5-6.

Sortir de Mulhouse par le S et prendre la route d'Altkirch. Au SE de Brunstatt les carrières montrent le calcaire lacustre et les marnes gypseuses à *Melania laurae* du Ludien surmontées par les dalles marneuses et les marnes feuilletées à Insectes du Sannoisien. La même succession s'observe dans les carrières près de l'écluse 36 (B. FÖRSTER).

Entre Illfurth et Spechbach-le-Bas une carrière a autrefois livré à sa base un grès à plantes qui appartient à la partie inférieure de l'Haustein inférieur.

Au NE d'Altkirch les grandes carrières de la colline du Rebberg sont exploitées pour la fabrication de chaux et ciments. Le front de taille long d'au moins 500 m. a une direction sensiblement NW-SE. Une coupe permet d'y relever dans le Sannoisien la succession suivante :

3. Haustein supérieur (5 à 6 m.) composé au sommet de grès calcaires en dalles, puis d'alternances de calcaires gréseux et de marnes jaunes ou rouges.
2. calcaire à *Melania nysti* et *Helix rugulosa*, avec lits saccharoïdes (8 à 9 m.).
1. Haustein inférieur (5 m.), calcaire gréseux exploité autrefois comme pierre de taille pour constructions (Haus-Stein), bornes, auges, évier.

Le Haustein d'Altkirch est un Sannoisien plus élevé que les calcaires

de Flaxlanden ou de Brunstatt. Un faible placage de galets d'origine vosgienne recouvre les calcaires sannoisiens et en remplit les fentes.

On se dirige ensuite vers l'W par la Nat. 19 afin de gagner Danne-marie. Près de Ballersdorf, sur la hauteur, une petite carrière presque abandonnée montre de la molasse à stratification entrecroisée.

Au SW de Wolfersdorf les carrières Gilardoni exploitent le Rupélien supérieur sous une couche d'environ 7 m. de loess et alluvions anciennes. Des marnes gris bleu et des sables micacés alternent sur 18 m. d'épaisseur. Immédiatement sous les alluvions se trouve le niveau de sables très fossilifères. Les coquilles sont fragiles et pour la plupart brisées mais non roulées. On y récolte : *Nucula peregrina*, *N. gracilis*, *Axinea obovata*, *Ostrea cyathula*, *Chlamys pictus*, *Laevicardium cingulatum*, *Meretrix splendida*, *M. incrassata*, *Glycimeris heberti*, *Corbula subspisum*, des dents de Poissons (S. GILLET et N. THÉOBALD).

Près de Chavannes une carrière est ouverte dans le Rupélien et montre :

3. argiles et sables à *Clupea longimana*.
2. schistes à Poissons, *Amphisile heinrichi* et fanoncles de *Cetorhinus parvus*.
1. argiles à Foraminifères avec *Nucula* et *Leda deshaysi*.

On gagne alors Froidefontaine où une grande marnière est en exploitation à l'E de l'agglomération près de la route de Brébotte. On y relève la coupe suivante sur 5 m. environ de hauteur :

6. lehm recouvrant les graviers du Sundgau caractérisés par des galets de radiolarite rouge.
5. marnes sableuses à Cyrènes et blocs de grès à feuilles de *Cinnamomum scheuchzeri*, *C. lanceolatum*, *C. polymorphum*.
4. marnes schistoïdes gris bleu à Melettes *Clupea longimana*, avec lits de marnes dures devenant bitumineuses à la base, fanoncles de *Cetorhinus parvus*.
3. niveau principal à *Amphisile heinrichi*, *Lepidopus*, *Myliobatis*.
2. schistes argileux à Poissons *Amphisile heinrichi*, schistes cartons, bitumineux avec lit sableux vers la base.
1. marnes grises compactes à Foraminifères et sables calcaires.

Ce Rupélien repose sur du conglomérat tongrien de Bourogne.

Entre Froidefontaine et Morvillars, près de la Tuilerie, on peut observer la base de la série du Sannoisien moyen, série appelée par W. Kilian le « Système de Bourogne » : alternances de couches de marnes et de grès

calcaires avec intercalations de conglomérats. Près du passage à niveau de Morvillars des fondations de maisons ont permis de toucher l'Eocène supérieur sous forme de sidérolithique et de calcaire marneux lacustre blanc assez grossier, à veinules roses. De l'autre côté de la voie ferrée un accotement montre un affleurement étroit de Séquanien à *Limnea longiscata*. Entre Morvillars et Bourogne la tranchée de chemin de fer est ouverte dans le calcaire de Morvillars (Sannoisien inférieur) qui a livré des Limnées, *Planorbis rotundatus*, *Melania albigensis*.

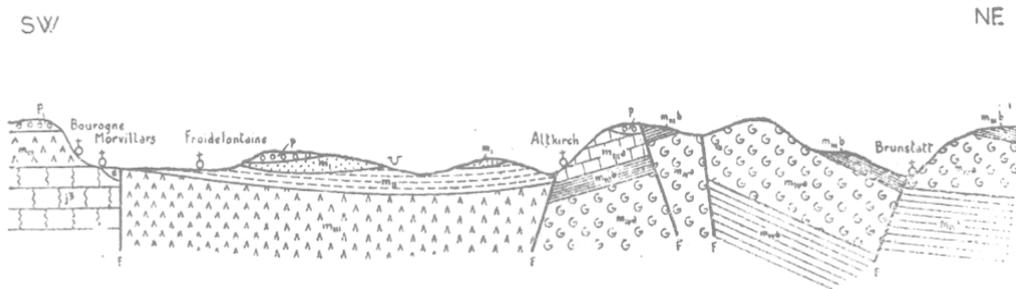


Fig. 17. — Coupe schématique du Sundgau (d'après N. THÉOBALD). — P cailloutis pliocènes ; — e Eocène (calcaire lacustre de Morvillars) ; — m, Chattien et Rupélien supérieur ; — m,, Rupélien moyen et inférieur ; — m,,, Tongrien (système de Bourogne) ; — m,,,a Hausteин ; — m,,,b marnes en plaquettes ; — mIVa calcaire à Mélanies ; — mIVb marnes à gypse ; — j³ Rauracien.

La Côte de Bourogne à l'W de Froidefontaine complète la coupe de l'Oligocène. Elle présente la succession suivante appartenant au Sannoisien supérieur et au Stampien inférieur :

4. plaquettes de grès calcaires à empreintes de feuilles de *Cinnamomum scheuchzeri*.
3. conglomérats supérieurs plus ou moins disloqués.
2. marnes rayées à *Mytilus faujasi*, *Cyrena semistriata* et *Cerithium margaritaceum* ; Foraminifères rares et de petite taille.
1. calcaire à *Helix rugulosa* et conglomérat inférieur du Sannoisien inférieur.

Une faille suit approximativement la vallée de la Bourbeuse ; tandis que près des maisons les plus basses de Bourogne, le long de la rivière, on a la base du « Système de Bourogne », de l'autre côté de la vallée la tranchée de chemin de fer montre le Kiméridgien et le calcaire à Mélanies sensiblement à la même altitude (J. DEVANTOY).

A Moval (gare du Méroux) les calcaires correspondent à la partie supérieure du Système de Bourogne.

## Excursion n° XVI : Le Pays de Ferrette.

---

Etude du Jura alsacien.

*Itinéraire* : Ferrette, Hippolskirch, Kiffis, Lucelle, Winkel, Ligsdorf, Bendorf, Durlinsdorf, Moernach, Koestlach, Ferrette.

*Cartes* : G 80.000 Montbéliard.  
G 50.000 Ferrette.  
T 20.000 Ferrette 1-2.

Lorsqu'on vient de Mulhouse on rencontre aux environs de Roppentzwiller des calcaires lacustres chattiens recouverts d'argiles et de graviers rhénans pliocènes du Sundgau et reposant sur la molasse alsacienne.

On pénètre brusquement dans le Jura alsacien à partir de Bouxwiller (S. GILLET, D. SCHNEEGANS). Au dernier tournant avant Ferrette, la route est dominée sur la G par un escarpement de calcaires roux qui masque à la vue la localité de Ferrette. Cet escarpement montre la base d'un crêt rocheux qui porte à son sommet les ruines d'un vieux château. Cette roche n'est pas fossilifère ici, mais plus loin nous pourrions la déterminer comme Rauracien. On contourne le Rauracien en traversant Ferrette.

Gagner à pied par la prairie, en longeant le bois, l'affleurement bathonien à *Rhynchonella varians*, à 300 m. au S de Ferrette, représenté par des marnes jaunes. A 500 m. au S de Ferrette, on trouvait autrefois le Callovien, mais il n'est plus visible.

Retour au car par la combe oxfordienne. On a une vue générale sur la topographie caractéristique du Jura. Les crêts rauraciens (dont l'un porte le château de Ferrette) enserrant des dépressions aux lignes molles occupées par des prairies humides. Ce sont les combes oxfordiennes ; les affleurements y sont en général mauvais. Des travaux temporaires de

construction permettent de voir la mise à jour de l'Oxfordien inférieur marneux (argiles bleues à Ammonites pyriteuses) et de l'Oxfordien supérieur (terrain à chailles avec *Pholadomya exaltata* et *Cardioceras cordatum*). L'Oxfordien supérieur présente son meilleur gisement au S de Bendorf où nous aurons l'occasion de passer en fin de course. L'Oxfordien supérieur est couronné par les crêts rauraciens.

En car jusqu'à Hippolskirch (Chelle St Hippolyte) par I C 23. La route est bordée au N d'un talus fait de calcaire crayeux surmontant du calcaire oolithique. La faune est rauracienne : baguettes de *Cidaris florigemma*, *Stomechinus perlatus*, *Alectryonia solitaria*.

En suivant la route I C 21 en direction de Raedersdorf, on passe du Rauracien au Séquanien. Entre le Séquanien inférieur et le Séquanien supérieur, un banc de calcaire pisolitique jaunâtre de 2 à 4 m. d'épaisseur sert de point de repaire dans la stratigraphie. La coupe est la suivante :

- calcaires gris à *Astarte supracorallina* (W de Ligsdorf) surmontés d'une oolithe grossière (carrière NW de Ligsdorf).
- marne gréseuse à bancs de calcaire oolithique intercalés.
- calcaires gris inférieurs.

D'Hippolskirch à Kiffis, la route coupe perpendiculairement les différents plis. C'est la région la plus accidentée qui traverse la dépression

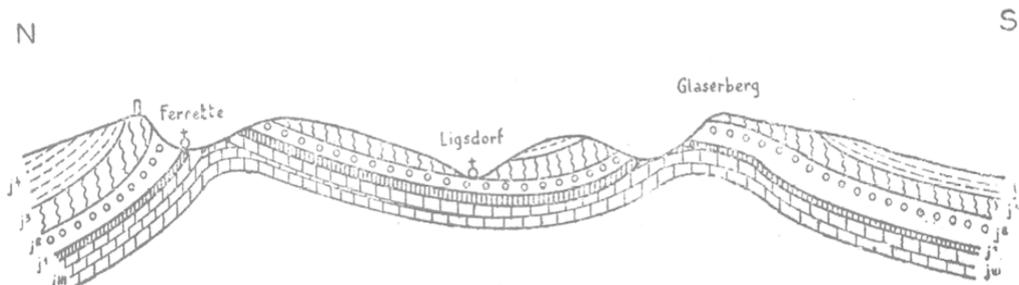


Fig. 18. — Coupe schématique de Ferrette au Glaserberg (d'après D. SCHNEEGANS). — j<sup>4</sup> Séquanien ; — j<sup>3</sup> Rauracien ; — j<sup>2</sup> Oxfordien ; — j<sup>1</sup> Callovien ; — j<sub>m</sub> Bathonien (Grande Oolithe).

anticlinale du Blochmont. Le Séquanien montre en coupe un double pli. La Grande Oolithe affleure au centre de l'anticlinal. Une carrière est ouverte dans des calcaires oolithiques à *Clypeus ploti*, *Parkinsonia ferruginea*. En continuant vers le S jusqu'à la frontière suisse, on descend le flanc S de l'anticlinal en passant par la combe oxfordienne du Blochmont, couverte de pâturages.

A 500 m. de Kiffis, on quitte la direction N-S pour E-W, en emprun-

tant la route menant à Lucelle. Longeant la frontière, on suit jusqu'à Lucelle une bordure continue de Séquanien, avec comme seul accident une poche sidérolithique dans le calcaire jurassique. De Lucelle, on chemine vers le N jusqu'à Winkel.

Winkel est construit sur une dalle de calcaire Ptérocérien (Kiméridgien inférieur). On trouve des *Pteroceras* dans les prairies derrière les dernières maisons du village. Le Ptérocérien se présente en lambeau logé dans un pli entre les couches séquaniennes supérieures et plongeant comme elles presque verticalement vers la grande faille Winkel-Pfaffenloch. C'est le point le plus septentrional où l'on connaisse le Kiméridgien en Alsace, avec le gisement de Ligsdorf. Au S du village, une carrière est ouverte dans le Rauracien ; à l'E se trouvent les sources de l'Ill.

De Winkel continuer sur Ligsdorf et s'arrêter à la carrière de Rauracien à l'W de Ligsdorf, caractérisé ici par un calcaire crayeux assez tendre et très blanc, contenant *Aspidoceras biarmatum*, *Perisphinctes subrota*, *Terebratula insignis* et *T. bauhini*. Au-dessus une autre carrière est ouverte dans du Séquanien : niveau marneux à Natices avec *Perisphinctes fontannesii*, — calcaire oolithique à nombreux Polypiers associés à *Liostrea sequana*, — au sommet calcaires blancs spathiques à Nérinées cristallines (calcaire de St Verena des géologues suisses). Les marnes à *Pseudocidaritis thurmanni* et *Harpagodes oceani* appartiennent au Kiméridgien.

De Ligsdorf départ vers le N pour Bendorf par I C 41. Au S de Bendorf la colline où se trouve le réservoir d'eau contient le gisement le plus abondant de l'Oxfordien supérieur. C'est le terrain à chailles constitué par des marnes sableuses grises ou jaunes contenant des miches calcaires, les « Chailles », souvent bourrées de fossiles silicifiés. Au sommet un terrain marno-calcaire contient *Pholadomya exaltata*, *Cardioceras cordatum*, *Macrocephalites opis*. L'Oxfordien inférieur se montre en contrebas de l'autre côté du chemin. Au N le cimetière de Bendorf est dans le Séquanien ; une faille sépare l'Oxfordien inférieur et le Séquanien. Le sommet de la colline est en Rauracien. Le relief des compartiments faillés se trouve inversé : le compartiment abaissé formé de calcaires durs (Rauracien et Séquanien) est plus haut que le compartiment relevé occupé par les argiles oxfordiennes dans lesquelles l'érosion a aisément travaillé.

Vers Durlinsdorf (par I C 7) la Grande Oolithe est exploitée dans deux grandes carrières montrant bien le pendage des couches. Durlinsdorf est caché par des rochers rauraciens. De Durlinsdorf à Koestlach (N 73) en passant par Moernach, on contourne les premiers plis jurassiques qui se déversent sur le Sundgau. Le Lias et le Bajocien inférieur n'occupent

qu'une surface réduite : au S de Koestlach et Moernach et près de Durlinsdorf, au sommet d'un anticlinal couché et largement entamé par l'érosion. Les affleurements sont trop mauvais pour s'y arrêter avec profit. A l'W de Moernach, sur la route de Moos, une carrière montre des sables et limons loessiques recouvrant les graviers du Sundgau sur 5 m. environ d'épaisseur.

A Koestlach les couches de Grande Oolithe inclinent vers le S, en un pli déversé vers la plaine. A la sortie du village, une carrière de Grande Oolithe montre au contraire un pendage des couches dans l'autre sens.

Au NW de Vieux Ferrette les graviers du Sundgau reposent sur le Rauracien.

## BIBLIOGRAPHIE

---

### I. — Cartes géologiques.

- Carte géologique générale de la France par A. DUFRÉNOY et L. ELIE DE BEAUMONT 1842.
- Cartes géologiques départementales :
- de la Saône par E. THIRRIA 1830
  - de la Meuse par A. BUVIGNIER 1845
  - des Vosges par E. DE BILLY 1848
  - du Bas-Rhin par A. DAUBRÉE 1852
  - de la Meurthe par J. LEVALLOIS 1855
  - du Haut-Rhin par J. DELBOS et J. KOECKLIN-SCHLUMBERGER 1866
  - de la Moselle par L. REVERCHON 1866
  - du Territoire de Belfort par L. PARISOT 1877
  - de la Meurthe-et-Moselle par A. BRACONNIER 1882
- Carte géologique détaillée de la France au 1/80.000 :
- 36 Metz 2<sup>e</sup> éd. par P. THIÉRY et G. GARDET 1932
  - 37 Sarreguemines par G. DUBOIS et N. THÉOBALD (à l'impression)
  - 38 Wissembourg par G. DUBOIS 1952
  - 52 Commercy 2<sup>e</sup> éd. par H. JOLY et L. THIÉBAULT 1928
  - 53 Sarrebourg 2<sup>e</sup> éd. par G. DUBOIS, G. GARDET et N. THÉOBALD 1952
  - 54 Saverne par G. DUBOIS 1949
  - 55 Lauterbourg par G. DUBOIS 1952
  - 70 Lunéville 2<sup>e</sup> éd. par H. JOLY, G. GARDET et E. JÉRÉMINE 1937
  - 71 Strasbourg 2<sup>e</sup> éd. par G. DUBOIS, J.-P. ROTHÉ, J. SCHIRARDIN et N. THÉOBALD (à l'impression)
  - 85 Epinal 2<sup>e</sup> éd. par P. FALLOT, G. GARDET, A. ROBAUX, E. JÉRÉMINE et G. CHOUBERT 1939
  - 86 Colmar 2<sup>e</sup> éd. (en préparation)
  - 100 Lure 2<sup>e</sup> éd. par A. MICHEL-LÉVY et G. COUSIN 1940
  - 101 Mulhouse par G. DUBOIS et N. THÉOBALD (à l'impression)
  - 114 Montbéliard 2<sup>e</sup> éd., par P. FALLOT et G. CORROY 1933

- Carte géologique au 1/320.000, n° 15-20, Strasbourg-Mulhouse par G. DUBOIS 1956.
- Carte géologique des Vosges hercyniennes au 1/200.000 par J. JUNG 1928
- Carte géologique murale d'Alsace-Lorraine au 1/200.000 par E. DE MARGERIE 1930
- Cartes géologiques au 1/50.000 :
- Ferrette par D. SCHNEEGANS et N. THÉOBALD 1934
  - Altkirch par N. THÉOBALD (à l'impression)
  - Benfeld par J.-P. ROTHÉ (en préparation)
  - Munster par J. JUNG (en préparation)
- Cartes géologiques allemandes au 1/25.000 publiées par le Service de la Carte géologique d'Alsace et de Lorraine
- Carte géologique et agronomique du département du Haut-Rhin au 1/100.000 par G. DUBOIS, J. FRANC DE FERRIÈRE, M<sup>me</sup> DUPUIS, J. DELPONT, J.-P. ROTHÉ, L. BADRÉ, G. PERRETTE 1955.

## II. — Documentation excursions.

- Statistische Beschreibung von Elsass-Lothringen, 1878, 161 p.
- Réunion extraordinaire de la Société Géologique dans les Vosges, à Belfort et Porrentruy, *B.S.G. Fr.*, 1898, p. 915-1046, 1 pl.
- E. W. BENECKE, H. BÜCKING, E. SCHUMACHER et L. VAN WERVEKE. Geologischer Führer durch das Elsass. 1900, VIII + 461 p.
- R. BOITEUX. — Excursion Interuniversitaire dans les Vosges méridionales, *B.S.H. N.*, Dijon, 1912, p. 25-58.
- C. et K. REGELMANN. — Erläuterungen zur zehnte Auflage der geologischen Übersichtskarte von Württemberg und Baden, dem Elsass, der Pfalz und der weiterhin angrenzenden Gebieten, 1919, 92 p., 1 carte.
- Réunion extraordinaire de la Société Géologique en Alsace, *C.R.s.S.G. Fr.*, 1925, p. 181-196.
- H. BAULIG. — Compte rendu de l'excursion en Alsace, *B. Ass. Géogr. Fr.*, 1929, p. 73-78.
- H. BAULIG et C. SITTING. — L'excursion interuniversitaire belge en Alsace. *B.S. belge Et. Géogr.*, 1933, p. 170-185, 1 pl.
- L. FRITSCH. — Les Vosges et l'Alsace. Guide du touriste, Istra, 3<sup>e</sup> éd., 1950, 493 p.
- M. ROUBAULT, G. MATHIEU et G. MILLOT. — Lorraine et Vosges septentrionales, Livret-guide Exc. Interuniv., 1950, 47 p.

### III. — Bibliographie déjà parue.

D'importantes listes bibliographiques figurent dans les ouvrages suivants :

- E. W. BENECKE et H. ROSENBUSCH. — Chronologischer Überblick der mineralogischen Litteratur Elsass-Lothringen, 1875, *Abb. G. Specialkarte E. L.*, 77 p.
- E. SCHUMACHER. — Geologische und mineralogische Literatur über E. L., 1887, 73 p.
- E. SCHUMACHER. — *Ibid.*, 1888, 52 p.
- L. VAN WERVEKE. — *Ibid.*, 1890, 13 p.
- J. JUNG. — Contribution à la géologie des Vosges hercyniennes d'Alsace, *M.S.C. G.A.L.*, 1928, 481 p., 5 pl., 2 cartes.
- R. SCHNAEBELÉ, avec J. O. HAAS et C. R. HOFFMANN. — Monographie géologique du champ pétrolifère de Pechelbronn, *M.S.C.G.A.L.*, 1948, 254 p., 11 pl., 16 tabl.
- R. WEIL et M. JAROVY. — Catalogue des espèces minérales d'Alsace, *B.S.C.G.A.L.*, 1950, 139 p.

### IV. — Bibliographie complémentaire.

- N. ARABU. — Remarques stratigraphiques sur le champ de fractures de Ribeauvillé (Haut-Rhin) au Nord de la Strengbach, *C.R.A.S.*, 1925, p. 220.
- N. ARABU. — Sur la tectonique du champ de fractures de Ribeauvillé au Nord de la Strengbach, *Ibid.*, 1925, p. 401.
- N. ARABU. — La tectonique du champ de fractures du Haut-Koenigsbourg (Vosges Moyennes), *C.R.s.S.G.F.*, 1927, p. 115.
- N. ARABU. — Dislocations cimmériennes et dislocations subméridiennes dans la région au Sud du Haut-Koenigsbourg (Alsace), *Ibid.*, 1927, p. 275.
- N. ARABU. — Nouvelles données géologiques sur le champ de fractures de Ribeauvillé (Haut-Rhin), *Ibid.*, 1930, p. 95.
- N. ARABU. — Sur les gneiss et les granites de la zone de Ste-Marie-aux-Mines (Alsace), *Ibid.*, 1930, p. 445.
- N. ARABU. — Sur la tectonique des Vosges moyennes à l'Ouest de St-Hippolyte (Alsace), *Ibid.*, 1933, p. 439.
- E. ASSELBERGS et W. HENKE. — Le Siegénien et le Gédinnien du Hunsrück et du Taunus, *B.A.R. Belg.*, 1935, p. 865-882.

- H. BAULIG. — La XIII<sup>e</sup> excursion géographique universitaire, *Ann. Géogr.*, 1922, p. 59-64.
- H. BAULIG. — Questions de morphologie vosgienne et rhénane, *Ibid.*, 1922, p. 132-154 et p. 385-401.
- H. BAULIG. — Le site de Strasbourg, *Publ. Fac. Lettres*, Strasb., 1946, 8 p.
- J. BECKER. — Limites, constitution et âge géologique du cône alluvial de la Fecht près Colmar (Haut-Rhin), *C.R.s.S.G.F.*, 1950, p. 150.
- J. BECKER et G. DUBOIS. — L'anticlinal de Farschviller (Moselle), *Ibid.*, 1952, p. 212.
- J. BECKER et Cl. SITTLER. — Age de la dénivation dans les niches glaciaires des Vosges gréseuses, *C.R.A.S.*, 1952, p. 1191.
- P. BLUM. — Les sources médicinales d'Alsace, 1924, 97 p.
- A. BRIQUET. — Les alluvions quaternaires de la plaine d'Alsace entre la Fecht et la Bruche, *B.S.C.G.A.L.*, 1923, p. 65-76.
- A. BRIQUET. — Alluvions anciennes et mouvements du sol dans la plaine d'Alsace, *B.S.G.F.*, 1923, p. 17-18, 1925, p. 85-87.
- A. BRIQUET. — Cycles d'érosions dans les Vosges, *C.R.s.S.G.F.*, 1925, p. 138.
- A. BRIQUET. — La terrasse à berge haute du Rhin moyen, *B.S.C.G.A.L.*, 1928, p. 263-268.
- A. BRIQUET. — La paléogéographie de la chaîne hercynienne, *Ann. Géogr.*, 1929, p. 274-276.
- K. BRITZ. — La limite Autunien-Saxonien du bassin de la Sarre-Nahe, *C.R.s.S.G.F.*, 1952, p. 121.
- J.-A. BURGHARDT. — L'abaissement progressif de la nappe phréatique de la Plaine du Rhin, Colmar, 1955, 42 p.
- J.-A. BURGHARDT. — Mémoire français adressé au Bundestag, en septembre 1953, Comité Interparlementaire pour la conservation et l'utilisation des ressources naturelles, Bonn, 1955, p. 3-22, 1 carte.
- A. CAILLEUX. — Essai d'étude pétrographique des sables et galets des alluvions du Rhin aux environs de Strasbourg, 1933, Imp. Jouve, 14 p.
- R. CAPOT-REY. — La glaciation dans les Vosges gréseuses (versant lorrain), *B. Ass. Géogr. Fr.*, 1935, p. 118-120.
- E. CASEL. — Observations nouvelles lors des sondages récents de Péchelbronn (Bas-Rhin), *C.R.A.S.*, 1952, p. 1516.
- G. CHOUBERT. — Les roches volcaniques permienes de la région de Sénones-St-Dié (Vosges), *Congr. Soc. Sav.*, 1934, p. 73.
- G. CHOUBERT et G. GARDET. — Le Permien des Vosges, *Rev. Géogr. Phys.*, 1935, p. 325-362.
- G. CORROY. — Synchronisme des horizons jurassiques de l'Est du bassin de Paris, *B.S.G.F.*, 1927, p. 95-114.
- G. CORROY. — Le Bajocien supérieur et le Bathonien de Lorraine. Corrélations avec les régions voisines, en particulier avec le Jura franc-comtois, *Ibid.*, 1929, p. 167-188.

- G. CORROY. — Le Rhétien et l'Hettangien de l'Est du bassin de Paris, *C.R.A.S.*, 1932, p. 157.
- P. CORSIN et G. DUBOIS. — Description de la flore dinantienne de Champenay, *B.S.C.G.A.L.*, 1935, p. 1-33, 3 pl.
- G. COUSIN. — Sur le prolongement entre Belfort et Thann des accidents tectoniques de la bordure secondaire située au Sud du Massif Vosgien, *C.R.A.S.*, 1923, p. 173.
- H. DERVILLE et N. THÉOBALD. — Observations sur les calcaires lacustres chattiens de Roppentzwiller (Haut-Rhin) et leurs produits d'altération, *C.R.s.S.G.F.*, 1934, p. 37.
- J. DEVANTOY. — Les Mammifères de la faune quaternaire de la Trouée de Belfort, *B.S. Belf. Emul.*, 1949, 15 p.
- J. DEVANTOY. — Contribution à l'étude tectonique de la partie Sud du Belfortais, *Ibid.*, 1952, p. 127-138, 1 pl.
- G. DUBOIS. — Remarques sur la faune de Voegtinshoffen (Haut-Rhin), *C.R.s.S.G.F.*, 1929, p. 176.
- G. DUBOIS. — Excursion en Lorraine et en Alsace, *B.S.G.F.*, 1930, p. 1283.
- G. DUBOIS. — Empreintes végétales dévoniennes à Schirmeck, massif de la Bruche (Bas-Rhin), *C.R.s.S.G.F.*, 1932, p. 222.
- G. DUBOIS. — Sur la subdivision stratigraphique du complexe schistograuwaackeux des Vosges, *C.R.A.S.*, 1933, p. 190.
- G. DUBOIS. — Succession stratigraphique des terrains secondaires, tertiaires et quaternaires de la dépression alsacienne de Saverne, 1933, 23 p.
- G. DUBOIS. — Notes sur les rives et les fonds du Lac Noir, *B.S.C.G.A.L.*, 1933, p. 75-88, 2 pl.
- G. DUBOIS. — Exposé sommaire de la géologie de l'Alsace et des Vosges, 1934, 77 p.
- G. DUBOIS. — Forages en plaine alluviale rhénane à Bischwiller, *B.S.C.G.A.L.*, 1934, p. 107-115.
- G. DUBOIS. — La géologie de l'Alsace, *Bibl. Jean Macé*, 1935, p. 5-11.
- G. DUBOIS. — Etat de nos connaissances sur le Carbonifère de l'Est de la France, *B. Ass. Phil. A.L.*, 1936, p. 159-173.
- G. DUBOIS. — Quelques puits et forages en plaine alluviale rhénane au Sud de Strasbourg, *B.S.C.G.A.L.*, 1936, p. 28-35.
- G. DUBOIS. — L'enseignement de la Géologie à l'Université de Strasbourg avant 1870, *Rev. d'Alsace*, 1938, p. 1-57, 6 pl.
- G. DUBOIS. — Empreinte de Sabal à Lobsann, *B.S.C.G.A.L.*, 1938, p. 1-6, 1 pl.
- G. DUBOIS. — Quelques forages dans les vallées haut-rhinoises ou à leurs débouchés en plaine rhénane, *Ibid.*, 1938, p. 45-56.
- G. DUBOIS. — Aperçu de la Géologie du département du Bas-Rhin, *Ann. Admin.*, 1939, p. 5-14.

- G. DUBOIS. — Un aspect du champ de fractures de Saverne, *C.R.s.S.G.F.*, 1944, p. 178.
- G. DUBOIS. — Sur la géologie du pays de Truchtersheim ou Bas-Kochersberg, *Ibid.*, 1945, p. 55.
- G. DUBOIS. — Sur l'extension du Permien dans la région du Donon, *Ibid.*, 1946, p. 33.
- G. DUBOIS. — Répartition des gisements certainement et vraisemblablement dinantiens dans la région de la Bruche (Vosges moyennes), *Ibid.*, 1946, p. 222.
- G. DUBOIS. — Sur les failles subméridiennes en marge méridionale de la coupole rhénane, *Ibid.*, 1946, p. 258.
- G. DUBOIS. — Subdivisions et nomenclature nouvelles du Trias de la région Nord-Est de la France, *Liv. S.C.G.A.L.*, 1948, 8 p.
- G. DUBOIS. — Sur l'Annvillien et le complexe compréhensif discontinu permotriassique, *C.R.s.S.G.F.*, 1949, p. 260.
- G. DUBOIS. — Géologie des sols d'Alsace, *Liv. S.C.G.A.L.*, 1951, 5 p.
- G. DUBOIS. — Contaminabilité d'une eau issue de la moraine récessionnelle de Paris à Orbey, *B. Ass. Phil. A.L.*, 1951, p. 69-70.
- G. DUBOIS. — Coloration des sédiments triassiques, *C.R.s.S.G.F.*, 1952, p. 118.
- G. DUBOIS. — Tectonique hercynienne des granites et gneiss du Strengbach entre Aubure et Ribeauvillé (Haut-Rhin) et considérations sur la genèse de ces granites, *C.R.A.S.*, 1953, p. 1373.
- G. DUBOIS et A. DROSDOFF. — Relations de position du loess, des alluvions anciennes et des alluvions récentes à Kogenheim (Bas-Rhin), *C.R.s.S.G.F.*, 1948, p. 176.
- G. DUBOIS et M<sup>me</sup> C. DUBOIS. — Note sur les affleurements tourbeux de la Route des Crêtes, au Nord de la Schlucht (Vosges), *B.S.C.G.A.L.*, 1937, p. 80-82.
- G. DUBOIS, M<sup>me</sup> C. DUBOIS et J.-J. HATT. — Sur la géologie récente d'Argentorate et sur l'histoire palynologique de la forêt voisine, in *Le Passé romain de Strasbourg*, 1949, p. 192-194.
- G. DUBOIS, M<sup>me</sup> C. DUBOIS, A. HÉE et E. WALTER. — La végétation et l'histoire de la tourbière d'Erlenmoos en Vosgovie, *B.S.H.N. Moselle*, 1938, p. 41-54.
- G. DUBOIS, M<sup>me</sup> C. DUBOIS et A. STIEBER. — Spectres polliniques d'une alluvion de la Liepvrette près Ste Marie-aux-Mines, *C.R.s.S.G.F.*, 1947, p. 292.
- G. DUBOIS, M<sup>me</sup> C. DUBOIS et N. THÉOBALD. — Caractères paléobotaniques d'une tourbe d'Heimersdorf en Sundgau, *B.S.C.G.A.L.*, 1937, p. 83-84.
- G. DUBOIS et F. FIRTIEN. — Esquisse de l'extension des limons loessiques en France, *Ibid.*, 1936, p. 20-25, 1 pl.
- G. DUBOIS et F. FIRTIEN. — Notice explicative sommaire de la feuille de Wasselonne au 1/25.000, 1937, 10 p.
- G. DUBOIS et F. FIRTIEN. — La basse terrasse rhénane badoise à Rastatt, *C.R.s.S.G.F.*, 1947, p. 185.

- G. DUBOIS et F. FIRTON. — La basse terrasse rhénane badoise en amont de Rastatt jusqu'en face de Strasbourg, *Ibid.*, 1947, p. 264.
- G. DUBOIS, S. GILLET et Th. KOLB. — Géologie des collines sous-vosgiennes entre la Thur et le Silbach, *C.R.A.S.*, 1952, p. 1138.
- G. DUBOIS et E. GOETTSCH. — Le limon jaune loessoïde du centre de la ville de Strasbourg, *C.R.s.S.G.F.*, 1946, p. 171.
- G. DUBOIS et L. GUILLAUME. — Forage à Hochfelden (Bas-Rhin), *B. Ass. Phil. A.L.*, 1929, p. 282-286.
- G. DUBOIS et J.-P. HATT. — La tourbière du Champ du Feu, *B.S.G.F.*, 1930, p. 1027-1041, 1 pl.
- G. DUBOIS, M. JAROVY et J. SAUVAGE. — Résumé de la géologie du Palatinat rhénan et de ses abords, *Liv. S.C.G.A.L.*, 1949, 25 p.
- G. DUBOIS et J.-P. ROTHÉ. — La basse terrasse d'Erstein et le ried de l'Andlau, *C.R.s.S.G.F.*, 1945, p. 37.
- G. DUBOIS et M. RUHLAND. — Le Trias et le Jurassique des collines sous-vosgiennes entre la Fecht et la Weiss, *C.R.A.S.*, 1952, p. 436.
- G. DUBOIS et O. SAUER. — L'alimentation en eau potable en Alsace, *Soc. Ing. Techn.*, 1949, p. 6-11.
- G. DUBOIS et J. SAUVAGE. — Description et explication élémentaires de la Carte géologique murale de l'Alsace et de la Lorraine, *Liv. S.C.G.A.L.*, 1948, 39 p.
- G. DUBOIS et J. SAUVAGE. — La basse terrasse d'Erstein à Ebersheim (Alsace), *C.R.s.S.G.F.*, 1949, p. 376.
- G. DUBOIS et J. TISCHMACHER. — A propos de la palynologie de deux tourbières des Vosges lorraines, *B. Ass. Phil. A.L.*, 1950, p. 13-14.
- H. ERHART. — Sur la nature et la genèse des paléo-sols du loess ancien d'Alsace, *C.R.A.S.*, 1932, p. 554.
- H. ERHART. — Les types de sols dans le paysage du loess d'Alsace, *Ibid.*, 1932, p. 1003.
- H. ERHART. — Les sols de terrasses rhénanes au Sud de l'Alsace, *Ibid.*, 1932, p. 2313.
- H. ERHART. — Les terroirs du vignoble d'Alsace, 1 br., 1939, 47 p., 1 carte.
- F. FIRTON. — Description d'une nouvelle espèce de *Saurichtys* du grès à *Voltzia* de Wasselonne, *B.S.C.G.A.L.*, 1934, p. 89-97, 1 pl.
- F. FIRTON. — Note sur quelques gisements fossilifères du grès à *Voltzia* d'Alsace, *Ibid.*, 1936, p. 13-20, 1 pl.
- F. FIRTON. — Sur les caractères fauniques des calcaires givétiens de la région de Schirmeck, *C.R.A.S.*, 1938, p. 615.
- F. FIRTON. — Coprolithes du Lias inférieur d'Alsace et de Lorraine, *B.S.C.G.A.L.*, 1938, p. 27-43, 5 pl.
- F. FIRTON. — Apports à la connaissance paléontologique du Dévono-Dinantien de la région de Schirmeck, *C.R.s.S.G.F.*, 1945, p. 39.

- F. FIRTON. — Sur deux bois silicifiés du Permien des Vosges, *C.R.A.S.*, 1951, p. 2342.
- F. FIRTON. — Etude pétrographique de quelques gisements sulfatés calciques du Trias supérieur d'Alsace, *Ann. Univ. Sarre*, 1952, p. 256-259, 2 pl.
- F. FIRTON. — Gypse et anhydrite triasiques des environs de Strasbourg, *XIX<sup>e</sup> Congr. Alger*, 1952, p. 165-170.
- R. FORRER. — Un foyer de chasseurs de Mammouths à Achenheim et les autres gisements paléolithiques de l'Alsace, *Cah. Arch. Hist. Als.*, 1920, p. 1128-1150.
- R. FORRER. — Les éléphants, hippopotames et l'Homme de l'Alsace quaternaire, *B.S.H.N. Colmar*, 1925, 202 p., 17 pl.
- R. FORRER. — L'apparition de l'homme primitif dans le département du Bas-Rhin, *Ann. Dép. B-R*, 1931, 6 p.
- E. FOURNIER. — Recherches de houille en Franche-Comté, *B.S.G.F.*, 1907, p. 517.
- J. FRANC DE FERRIÈRE. — Contribution à l'étude de la Géologie et de la Pédologie des formations quaternaires de la plaine d'Alsace, 1937, 157 p., 16 pl.
- J. FRANC DE FERRIÈRE. — Notice explicative de la carte pédologique des sols du département du Haut-Rhin, *B.A.F.E.S.*, 1939, 14 p.
- A. FRITZ. — L'Alsace hydro-minérale autrefois et aujourd'hui, 1933, 150 p.
- H. GACHOT. — Les sondages de Sundhouse et de Molsheim, *B.S.C.G.A.L.*, 1937, p. 91-98.
- G. GARDET. — Sur la présence de micaschistes et de schistes métamorphiques au Nord-Ouest de Château-Lambert (Vosges), *B.S.Sc. Nancy*, 1938, p. 145.
- J. GEFFROY et J.-A. SARCIA. — Contribution à l'étude des pechblendes françaises, Nancy, *Sciences de la Terre*, t. II, 1954, 157 p., 12 pl., 2 tabl.
- J. GEOFFROY. — Les minéralisations du granite et du complexe métamorphique de Raon-l'Étape (Vosges), *C.R.A.S.*, 1953, p. 1293.
- P. GEOFFROY, TH. KOULOMZINE et A. GORODISKY. — Résultats des mesures magnétiques faites sur le massif de sel d'Hettenschlag (Haut-Rhin), *Ann. Off. Comb. Liqu.*, 1929, p. 1015-1021.
- M. GIGNOUX et R. FORRER. — Sur la découverte de l'*Elephas antiquus* en Alsace, *C.R.s.S.G.F.*, 1922, p. 135.
- M. GIGNOUX et R. FORRER. — Découvertes récentes de Mammifères fossiles en Alsace, *B. Ass. Phil. A.L.*, 1923, p. 196-208.
- S. GILLET. — Sur la limite du Bajocien et du Bathonien et sur le Bathonien de Basse-Alsace, *C.R.s.S.G.F.*, 1935, p. 172.
- S. GILLET. — Sur le Bajocien supérieur et sur le Bathonien de Basse-Alsace, *B.S.G.F.*, 1927, p. 443-452, 1 pl.
- S. GILLET. — Le Ptérocérien (Kiméridgien inférieur) dans la région de Ferrette (Haut-Rhin), *B.Ass.Phil.A.L.*, 1927, p. 204.
- S. GILLET. — Sur les Ammonites de l'Aalénien supérieur et du Bajocien d'Alsace et de Lorraine, *C.R.s.S.G.F.*, 1932, p. 71.

- S. GILLET. — Les Ammonites du Bajocien d'Alsace et de Lorraine, *M.S.C.G. A.L.*, 1937, 130 p., 5 pl.
- S. GILLET. — Synchronisme des dépôts jurassiques en Alsace et dans les régions voisines, *B.S.C.G.A.L.*, 1937, p. 99-101, 1 tabl.
- S. GILLET. — Sur la faune sannoisienne de Pechelbronn, *C.R.A.S.*, 1940, p. 539.
- S. GILLET. — Nouvelles données sur la faune oligocène de Pechelbronn, *C.R.s. S.G.F.*, 1940, p. 118.
- S. GILLET. — La faune oligocène de Pechelbronn, *B.S.G.F.*, 1944, p. 233-266, 2 cartes.
- S. GILLET. — Faune oligocène et liasique remaniée dans les alluvions anciennes des environs de Strasbourg, *C.R.s.S.G.F.*, 1946, p. 261.
- S. GILLET. — Les Invertébrés marins de l'Oligocène de Basse-Alsace, *B.S.G.F.*, 1949, p. 51-74, 2 pl.
- S. GILLET. — La faune des Invertébrés des couches de Pechelbronn, *Rev.Inst. Pét.Comb.Liqu.*, 1950, p. 77-86, 5 pl.
- S. GILLET. — Les « Marnes à Cyrènes » des environs de Strasbourg, *C.R.s.S. G.F.*, 1951, p. 107.
- S. GILLET. — Les Marnes à Cyrènes de l'Oligocène d'Alsace, *Rev.Inst.Pét.Comb. Liqu.*, 1953, p. 395-422, 3 pl.
- S. GILLET. — Etude sur l'Oligocène supérieur d'Alsace, *B.S.G.F.*, 1954, p. 25-29.
- S. GILLET. — Flore de l'Oligocène d'Alsace, d'après les sondages, *B.S.C.G.A.L.*, 1954, p. 69-80, 1 pl.
- S. GILLET et D. SCHNEEGANS. — La stratigraphie des terrains jurassiques dans la région de Ferrette (Jura alsacien), *Ibid.*, 1933, p. 35-49, 1 pl.
- S. GILLET et D. SCHNEEGANS. — Etude monographique du champ de fractures de Lauw-Sentheim (Haut-Rhin), *Ibid.*, 1935, p. 163-193, 1 pl., 1 carte.
- S. GILLET et N. THÉOBALD. — Les sables marins de l'Oligocène du Haut-Rhin, *Ibid.*, 1936, p. 37-76, 1 pl.
- L. GLANGEAUD et J. DEVANTOY. — La structure de la Trouée de Belfort, *C.R. A.S.*, 1950, p. 108.
- A. GLORY. — L'Alsace préhistorique à l'époque glaciaire, *Soc.Sav.Als.Est.*, 1947, p. 15-62.
- CH. GOEHNER, P. AMIET et R. FÖRRER. — Les palafittes préhistoriques à radeaux flottants et fixes de la Schiltigheimermatt près Strasbourg, *Cab.Arch.Hist. Als.*, 1936, 56 p.
- L. GRAUVOGEL. — Contribution à l'étude du grès à *Voltia*, *C.R.s.S.G.F.*, 1947, p. 35.
- L. GRAUVOGEL. — Note préliminaire sur la flore du grès à *Voltzia*, *Ibid.*, 1947, p. 64.
- L. GRAUVOGEL. — Note préliminaire sur la faune du grès à *Voltzia*, *Ibid.*, 1947, p. 90.

- L. GRAUVOGEL. — Sur quelques types de pontes de grès à *Voltzia* (Trias inférieur) des Vosges, *C.R.A.S.*, 1947, p. 1165.
- L. GRAUVOGEL. — Découverte de Méduses dans le Grès à *Voltzia* (Trias inférieur) des Vosges, *C.R.s.S.G.F.*, 1951, p. 139.
- L. GRAUVOGEL. — Sur des pontes de Poissons du Grès à *Voltzia* (Trias inférieur) des Vosges, *Ibid.*, 1951, p. 152.
- L. GRAUVOGEL. — Sur un horizon à galets de dolomie fossilifère dans le Grès à *Voltzia* (Trias inférieur) des Vosges, *C.R.A.S.*, 1951, p. 2033.
- A. GRIMBERT et A. CARLIER. — Les schistes uranifères du versant alsacien des Vosges, *B.S.C.G.A.L.*, (à l'impression).
- W. HASEMANN. — Geologie und Wasserversorgung in Baden und im Elsass, *J.-R. Bodenforsch.*, 1943, p. 250-295.
- J.-J. HATT. — Le passé romain de Strasbourg (Stratigraphie chronologique), *Gallia*, 1951, p. 161-194.
- J.-J. HATT. — Strasbourg au temps des Romains, 1953, 1 br. 82 p.
- J.-P. HATT. — Contribution à l'analyse pollinique des tourbières du Nord-Est de la France, *B.S.C.G.A.L.*, 1937, 79 p.
- A. HÉE. — Recherches sur la radioactivité d'un granite des Vosges par la méthode photographique, *Ann. Géophys.*, 1948, 11 p.
- R. HICKEL. — Sur deux gisements de plantes tertiaires dans le Bas-Rhin, *C.R.A.S.*, 1932, p. 1009.
- J.-M. HOFFET. — Sur l'âge des calcaires de Creüe, *Ibid.*, 1926, p. 1229.
- P. JÉROME et J. SAUVAGE. — Morphoscopie des sables pliocènes et quaternaires de la région de Saverne, *B. Ass. Phil. A. L.*, 1952, p. 92-94.
- H. JOLY. — Observations sur le sondage de Longwy, *B.S.Sc. Nancy*, 1908, 8 p.
- E. JUILLARD. — Formes de structure parcellaire dans la plaine d'Alsace, *B. Ass. Géogr. Fr.*, 1953, p. 72-77.
- J. JUNG. — Déformations de la pénélaine anté-permienne dans la haute vallée de la Bruche, *Ibid.*, 1933, p. 112.
- J. JUNG. — Pétrographie et faciès de métamorphisme des leptynites du col des Bagenelles, près de Ste-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin), *C.R.s.S.G.F.*, 1955, p. 41.
- J. JUNG et C. ALEXANIAN. — Interprétations des anomalies gravimétriques et magnétiques de l'Alsace, *Ann. Off. Comb. Liqu.*, 1931, p. 43-58.
- J. JUNG et P. GEOFFROY. — Sur l'efficacité de la méthode de prospection magnétique pour la recherche des failles dans l'Oligocène d'Alsace, *C.R.A.S.*, 1928, p. 1223.
- J. JUNG et C. et M. SCHLUMBERGER. — Soulèvement des alluvions du Rhin par les intrusions salines diapires de la Haute-Alsace, *B.S.C.G.A.L.*, 1936, p. 77-86, 2 pl.
- J. JUNG et D. SCHNEEGANS. — Résultats d'un sondage à Guewenheim (Haut-Rhin), *C.R.s.S.G.F.*, 1930, p. 38.

- G. JURAIN. — Radioactivité anormale dans le Trias supérieur des Vosges, *C.R. A.S.*, 1955, p. 975.
- G. JURAIN. — Sur la teneur en uranium d'eaux thermales du Sud des Vosges, *Ibid.*, 1955, p. 1482.
- T. KOLB. — Granulométrie comparée du Permien et du Trias des régions de Rougemont le Château-Leval (Territoire de Belfort) et de Lauw (Haut-Rhin), *C.R.s.S.G.F.*, 1954, p. 29.
- J. DE LAPPARENT. — D'une latérite, d'un calcaire lacustre (calcaire de Bouxwiller) et des roches pisolithiques en général, *B.S.C.G.A.L.*, 1934, p. 99-105, 1 pl.
- G. LEMÉE et J. TRICART. — Alluvions et tourbe préwürmienne à Gries (Bas-Rhin), *B.S.G.F.*, 1955, p. 257-265.
- P. LORY. — Morphologie et dépôts glaciaires des Hautes-Vosges centrales, *Ann. Univ. Grenoble*, 1918, 20 p.
- V. MAÏKOVSKY. — Le Pétrole dans le Haut Rhin, *B.S. Ind. Mulhouse*, 1952, p. 25-34.
- G. MATHIEU. — Analyse stratigraphique de la série carbonifère dans le bassin houiller de Ronchamp (Haute-Saône), *C.R.A.S.*, 1947, p. 1016.
- G. MATHIEU. — Sur la limite entre le Stéphaniens et l'Autunien dans le bassin houiller de Ronchamp (Haute-Saône), *Géol. appl. et Prosp. min.*, 1948, p. 1-8.
- G. MATHIEU. — Le synclinorium carbonifère de Ronchamp, ses relations avec les bassins houillers du Massif Central, *C.R.A.S.*, 1949, p. 587.
- G. MATHIEU. — Sur l'existence de deux zones de végétation dans le bassin houiller de Ronchamp (Haute-Saône), *Ibid.*, 1950, p. 1418.
- L. MEYER et W. HOTZ. — Le tertiaire de la Haute Alsace et la bordure des Vosges près Belfort-Ronchamp, *Egl. Geol. Helv.*, 1928, p. 102-118, 1 pl., 1 carte.
- A. MICHEL-LÉVY. — Quelques observations pétrographiques et tectoniques dans la haute vallée de la Thur, *C.R.s.S.G.F.*, 1935, p. 231.
- G. MILLOT. — Le Permien à l'Ouest et au Nord du Donon dans les Vosges septentrionales, *Ibid.*, 1945, p. 198.
- Y. MILON. — Sur la présence de *Girvanella* dans les calcaires de Régnv (Morvan) et de Villé (Vosges), *Ibid.*, 1933, p. 70.
- R. NICKLÈS. — Note sur les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle, *C.R. A.S.*, 1905, p. 896.
- E. NOEL. — Sur la faune des galets du Grès Vosgien, *B. S. Sc. Nancy*, 1885, 28 p., 2 pl.
- M. L. NUSS. — Recherches sur quelques schistes des Vosges et leur transformation au voisinage des massifs granitiques, *B.S.C.G.A.L.*, 1954, p. 85-98.
- L. PALES et P. WERNERT. — Une mandibule pathologique de grand Bovidé du Locess d'Achenheim (Bas-Rhin), *Ann. Pal.*, 1953, p. 21-26, 2 pl.
- A. PERREY. — Mémoire sur les tremblements de terre dans le bassin du Rhin, *Ac. Sc. Belg.*, 1847, 113 p., 2 pl.

- P. PRUVOST. — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine, III, Description géologique, 1934, 174 p., 3 pl.
- F. QUIÉVREUX. — Esquisse du monde vivant sur les rives de la lagune potassique, *B. S. Ind. Mulhouse*, 1935, p. 161-187, 5 pl.
- H. QUIRING. — Die Fortsetzung des Siegener Hauptsattels in den Ardennen, *Z.D.G.G.*, 1933, p. 214-228.
- G. REMPP. — Le climat de l'Alsace, *Bibl. Jean Macé*, 1937, 52 p.
- G. REMPP et J.-P. ROTHÉ. — Sur les phénomènes actuels de nivation et d'accumulation neigeuse dans les Hautes Vosges, *C.R.A.S.*, 1934, p. 682.
- G. REMPP et J.-P. ROTHÉ. — Sur certaines formations du sol dans les Hautes Vosges, « sentiers de vaches » et « réseaux de buttes », *B.S.C.G.A.L.*, 1935, p. 214-225, 1 pl.
- G. RENOUARD. — Sur le Stéphanien supérieur et le Permien du bassin de Villé en Alsace, *C.R.A.S.*, 1935, p. 844.
- G. RENOUARD. — Observations sur la stratigraphie et la flore des couches stéphanien et permien du Bassin de Villé, *B.S.C.G.A.L.*, 1936, p. 1-11.
- J. RICOUR. — A propos des « Grès d'Annweiler » (Permo-Trias de Lorraine), *C.R.S.S.G.F.*, 1954, p. 401.
- E. ROTHÉ. — Les tremblements de terre, *Bibl. Phil. Sc.*, 1942, 242 p.
- E. et J.-P. ROTHÉ. — Prospection géophysique, *Gauth. Vill.*, I, 1950, 438 p., II, 1952, 714 p.
- J.-P. ROTHÉ. — Contribution à l'étude des anomalies du champ magnétique terrestre, *A. Inst. Phys. Gl. Paris*, 1937, 110 p., 3 pl.
- J.-P. ROTHÉ et E. PETERSCHMITT. — La radioactivité des Vosges hercyniennes, *C.R.A.S.*, 1952, p. 1610, 1 carte.
- M. ROUBAULT et G. SADRAN. — Sur l'origine des serpentines de la région de Ste-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin), *Ibid.*, 1954, p. 1663.
- J. SCHIRARDIN. — Sur l'existence de l'Oxfordien dans la zone des collines sous-vosgiennes de la Basse Alsace, *Ibid.*, 1948, p. 211.
- J. SCHIRARDIN. — Sur le Callovien de la bordure sous-vosgienne en Basse Alsace, *Ibid.*, 1948, p. 415.
- J. SCHIRARDIN. — Les grandes lignes de fracture de la région de Barr, *B. Club Vosgien*, 1952, p. 3-10.
- J. SCHIRARDIN. — Les surfaces prétertiaires dans la vallée du Rhin en Alsace, *C.R.A.S.*, 1953, p. 1806.
- J. SCHIRARDIN. — Note sur le Callovien de l'Alsace, *B.S.C.G.A.L.*, 1954, p. 13-34.
- J. SCHIRARDIN. — Les formations littorales et côtières du Sannoisien dans la Moyenne Alsace, *Ibid.*, 1954, p. 35-76.
- J. SCHIRARDIN. — Contribution à la stratigraphie et paléontologie de l'Oxfordien moyen et supérieur de la Basse-Alsace, *Ibid.*, 1955, p. 21-59, 2 pl.
- E. SCHNAEBELÉ. — Affleurement montrant le contact du grès vosgien et du Dévonien, *Ibid.*, 1923, p. 127-130, 1 pl.

- E. SCHNAEBELÉ. — L'âge des surfaces d'érosion sur le massif du Champ-du-Feu, *Ibid.*, 1923, p. 131-143.
- C. SCHNARRENBERGER. — Sondages dans les environs de Lahr (Bade), *C.R. Géol. Pétr.*, 1934.
- D. SCHNEEGANS. — Note préliminaire sur la répartition des facies à Radiolaires dans le massif dévonien de la Bruche, *C.R.s.S.G.F.*, 1928, p. 253.
- D. SCHNEEGANS. — Sur l'âge des failles du Jura alsacien, *Ibid.*, 1932, p. 24.
- D. SCHNEEGANS. — Notes sur la tectonique du Jura alsacien, *B.S.G.F.*, 1933, p. 51-74, 2 pl.
- D. SCHNEEGANS et N. THÉOBALD. — Observations nouvelles sur le chevauchement frontal du Jura alsacien, *Ibid.*, 1948, p. 89-95.
- M. SCHWARZMANN. — Goldwaschen im Jahre 1911 in Philippsburg und Untersuchung des gewonnenen Materials, *B. Nat. F. Südwestd.*, 1939, p. 100-113, 4 pl.
- A. SIAT. — Observations pétrographiques sur les sables argileux blancs de Dam-bach-Epfig, *B.S.C.G.A.L.*, 1954, p. 81-84.
- C. SITTIG. — Topographie préglaciaire et topographie glaciaire dans les Vosges alsaciennes du Sud, *Ann. Géogr.*, 1933, p. 248-265.
- C. SITTIG. — Le prétendu dépôt glaciaire du Hohlenstein près de Lauw, *B.S.C. G.A.L.*, 1935, p. 195-199.
- N. THÉOBALD. — Observations sur la Basse Terrasse du Rhin en aval de Bâle, *B. S. Ind. Mulhouse*, 1933, p. 21-27.
- N. THÉOBALD. — Les restes d'éléphants fossiles conservés au Musée d'Histoire Naturelle de la Société Industrielle de Mulhouse, *Ibid.*, 1933, p. 324-338, 2 pl.
- N. THÉOBALD. — Sur quelques restes de *Dinotherium* et de *Rhinoceros* déposés au Musée de la Société Industrielle de Mulhouse, *Ibid.*, 1933, p. 365-369.
- N. THÉOBALD. — Deux Crustacés Décapodes Macroures du Lias inférieur du Bas-Rhin, *B.S.G.F.*, 1933, p. 95-98.
- N. THÉOBALD. — La flore des grès oligocènes de Spechbas-le-Bas (Haut-Rhin), *B. S. Ind. Mulhouse*, 1934, p. 51-68, 2 pl.
- N. THÉOBALD. — Les alluvions du Pliocène supérieur de la région du Sundgau, *Ibid.*, 1934, p. 1-36, 1 carte.
- N. THÉOBALD. — Contribution à la paléontologie du Bassin oligocène du Haut-Rhin et du Territoire de Belfort. Les poissons oligocènes, *B.S.C.G.A.L.*, 1934, p. 117-162, 2 pl.
- N. THÉOBALD. — Sur l'extension des facies à la base du Stampien (marnes à Foraminifères et schistes à Amphisiles) dans le Haut-Rhin, *C.R.s.S.G.F.*, 1935, p. 209.
- N. THÉOBALD. — Découverte d'une défense de Mammouth (*Elephas primigenius* Blum) dans les alluvions de la plaine rhénane de Valff (Bas-Rhin), *B. S. Sc. Nancy*, 1937, p. 142-145.

- N. THÉOBALD. — Structure géologique de la partie Sud du Pays de Bade. Livret Exc. Géol. Interuniv., 1947, 39 p., 3 cartes.
- N. THÉOBALD. — Développement des minerais de fer dans les étages de l'Aalénien et du Bajocien de la vallée du Rhin moyen (Alsace, Bade). *M.S.C. G.A.L.*, 1948, 57 p., 14 cartes, 2 pl.
- N. THÉOBALD. — Carte de la base des formations alluviales dans le Sud du fossé rhénan, *Ibid.*, 1948, 77 p., 9 cartes, 1 pl.
- N. THÉOBALD. — Répartition des facies de l'Oligocène inférieur dans le fossé rhénan, *C.R.A.S.*, 1949, p. 410.
- N. THÉOBALD. — Contribution à l'étude de la Basse Terrasse rhénane, *B.S.G.F.*, 1949, p. 155-160.
- N. THÉOBALD. — Disposition des alluvions du rebord des Vosges dans la région de Sentheim (Haut-Rhin), *B. S. Ind. Mulhouse*, 1950, p. 5-12, 2 cartes.
- N. THÉOBALD. — Etude tectonique du Horst de Mulhouse, *B.S.G.F.*, 1950, p. 407-419.
- N. THÉOBALD. — Observations nouvelles sur l'âge relatif et la nature des accidents tectoniques du champ de fractures de Guebwiller, *C.R.A.S.*, 1951, p. 1766.
- N. THÉOBALD. — Structure du champ de fractures de Guebwiller, *C.R.C.S.C.G.F.*, 1951, p. 23-53.
- N. THÉOBALD. — Etude tectonique de la partie méridionale du fossé rhénan, *Ann. Univ. Sarre*, 1952, p. 122-143.
- N. THÉOBALD. — Analyse de la disposition des alluvions anciennes le long du versant rhénan des Vosges et de la Forêt-Noire, *Ibid.*, 1952, p. 187-197.
- N. THÉOBALD. — Comparaison entre la tectonique rhénane du massif primaire et des champs de fractures des Vosges, *XIX<sup>e</sup> Congr. Géol. Alger*, 1952, p. 211-222.
- N. THÉOBALD. — Structure géologique du champ de fractures du Linge, *Ann. Univ. Sarre*, 1952, p. 281-293, 3 pl., 1 carte.
- N. THÉOBALD. — Tectonique du massif du Mont Ste-Odile (Bas-Rhin). *C.R.s.S. G.F.*, 1953, p. 120.
- N. THÉOBALD. — Une nouvelle espèce de Crustacé Décapode fossile de l'Aalénien du Bas-Rhin, *Ibid.*, 1953, p. 150.
- N. THÉOBALD. — Les Vosges hercyniennes, *32<sup>e</sup> Congr. Deutsche Miner. Ges.*, Livret-Guide Excursions, 1954, p. 105-133.
- N. THÉOBALD. — Evolution géologique du NE de la France, en particulier du fossé rhénan, depuis les temps secondaires, en relation avec les possibilités pétrolifères, *Ann. Sc. Univ. Besançon*, 1954, p. 3-34.
- N. THÉOBALD. — Alluvions anciennes et séries loessiques des environs de Griesheim (Bas-Rhin), *C.R.A.S.*, 1955, p. 795.
- N. THÉOBALD. — Description géologique du Mont National et du Bischenberg au Nord d'Obernai (Bas-Rhin), *B.S.C.G.A.L.*, 1955, p. 61-82.
- N. THÉOBALD. — Les alluvions anciennes au Sud de la Bruche et aux environs d'Obernai (Bas-Rhin), *Ibid.*, 1955, p. 83-104.

- J. TRICART. — Premiers résultats d'une étude des phénomènes périglaciaires en Basse Alsace, *C.R.s.S.G.F.*, 1949, p. 225 et p. 351.
- J. TRICART. — Sol fossile interglaciaire à Scherwiller près Sélestat (Bas-Rhin), *Ibid.*, 1951, p. 42.
- J. TRICART. — Le cône de déjection du Giessen près de Sélestat. Feuille Colmar au 1/80.000, *B.S.C.G.F.*, 1953, (à l'impression).
- J. TRICART et J. VONFELT. — La signification paléogéographique des conglomérats oligocènes de la bordure vosgienne, *B.S.C.G.A.L.*, 1955, p. 105-118.
- A. VATAN. — Premiers résultats d'un examen pétrographique des matériaux sableux du bassin de Pechelbronn (Bas-Rhin), *C.R.s.S.G.F.*, 1946, p. 339.
- L. VONDERSCHMITT. — Die geologischen Ergebnisse der Bohrungen von Hirtzbach bei Altkirch (Ober-Elsass), *Egl. Geol. Helv.*, 1942, p. 67-100, 1 pl.
- J. VONFELT. — La bordure des Vosges entre Sélestat et Rouffach, *Rev. Géomorph. dynam.*, 1955, p. 7-33.
- D. DE WAARD. — Tectonics of the Barr-Andlau pluton in the northern Vosges, France, *J. of Geol.*, 1951, p. 498-502, 1 pl.
- W. WAGNER. — La géologie des puits de mines de potasse de la Haute-Alsace, *M.S.C.G.A.L.*, 1929, 447 p., 1 atlas 31 pl.
- R. WEIL. — Précisions historiques sur quelques points de la Minéralogie de l'Alsace, *B. Ass. Phil. A.L.*, 1950, p. 16.
- R. WEIL. — A quoi se rapportait le terme vosgien « minette » ?, *C.R. Congr. Soc. Sav.*, 1953, p. 155-166.
- R. WEIL et V. STUTZMANN. — L'îlot de schistes tournaisiens d'Aspach, vallée de la Fecht (Haut-Rhin), *B.S.C.G.A.L.*, 1954, p. 99-104, 2 pl.
- L. G. WERNER. — La faune vertébrée quaternaire du Haut-Rhin, *B.S. Ind. Mulhouse*, 1927, p. 468-476.
- P. WERNERT. — Die archäologischen Einschlüsse der Lössstation Achenheim, *Präh. Zeitschr.*, 1909, p. 339-342.
- P. WERNERT. — La caractérisation faunistique du loess ancien, *Congr. Géol. Madrid.*, 1926, p. 1975-1987.
- P. WERNERT. — De quelques phénomènes géologiques dans les coupes de la station paléolithique d'Achenheim, *B. S. Préh. F.*, 1936, p. 620-623.
- P. WERNERT. — La station paléolithique d'Achenheim, *Rev. Géogr. Phys.*, 1938, p. 156-165, 1 pl.
- P. WERNERT. — Le dédoublement de la moyenne terrasse du Rhin entre Strasbourg et Bâle, *Sess. Extr. S. Belge Géol.*, 1947, p. 383-396.
- P. WERNERT. — *Elephas meridionalis* Nesti dans le Bas-Rhin, *Cab. Arch. Hist. Als.*, 1949, p. 217-222.
- P. WERNERT. — Outil paléolithique en coquille d'Huitre fossile du loess ancien de Hangenbieten ; *Ibid.*, 1952, p. 9-20.
- P. WERNERT. — Visite des coupes d'Achenheim, *Guide XIV, Congr. Préh. Fr.*, 1953, p. 8-13.

- P. WERNERT. — Un fossile directeur de la faune malacologique interglaciaire dans les limons loessiques de la station paléolithique d'Achenheim : *Zonites acieformis* Klein, *B.S.C.G.A.L.*, 1955, p. 119-127.
- P. WERNERT. — Reliefs d'Hyènes quaternaires des loess d'Achenheim : matière première de l'industrie osseuse humaine, *B. Ass. Phil. A.L.*, 1955, p. 150-156.
- P. WERNERT. — Contribution à la stratigraphie paléontologique et préhistorique des sédiments quaternaires extra-glaciaires d'Alsace, et de la terrasse de Hangenbieten-Achenheim en particulier, (en préparation).
- R. ZEILLER. — Notes sur la flore des couches permienes de Trienbach (Alsace), *B.S.G.F.*, 1894, p. 163-182, 2 pl.

Travaux inédits de J.-P. von ELLER, L. GRAUVOGEL.

## TABLE DES TABLEAUX

---

1-2. Schéma stratigraphique du Dévono-Dinantien des Vosges. . . . .	
1. Massif schisto-grauwackeux de la Bruche. . . . .	56
2. Massifs schisto-grauwackeux du Belfortais et des Ballons. . . . .	57
3. Résumé stratigraphique du Permien des Vosges . . . . .	83
4. Stratigraphie du Permo-Carbonifère (et plus particulièrement du Houiller) dans l'Est de la France et ses abords. . . . .	92
5. Résumé stratigraphique du Trias d'Alsace (type de Basse-Alsace). . . . .	99
6. Tableau stratigraphique du Trias germanique occidental . . . . .	109
7. Résumé stratigraphique du Jurassique de Basse-Alsace. . . . .	113
8. Résumé stratigraphique du Jurassique moyen du Jura alsacien et du Belfortais . . . . .	119
9. Principaux types du Nummulitique d'Alsace . . . . .	133
10. Stratigraphie des sédiments quaternaires d'Achenheim - Hangenbieten. . . . .	155

## TABLE DES FIGURES

---

1. Carte géologique schématique de l'Alsace. . . . .	35
2. Comparaison du Permien du Bassin de Villé et du Permien du Nideck (S. MIHARA). . . . .	85
3. Plan de situation du lambeau houiller du Schaentzel (A. CARLIER). . . . .	173
4. Carte géologique du lambeau houiller uranifère du Schaentzel (A. CARLIER). . . . .	176
5. Coupes longitudinale et transversales du lambeau houiller uranifère du Schaentzel (A. CARLIER). . . . .	177
6. Tableau d'assemblage des cartes topographiques au 1/50.000 correspondant à la région étudiée. . . . .	203
7. Coupe schématique de Hochfelden à Mutzenhouse . . . . .	233
8. Coupe schématique du champ de fractures du Scharrachberg.	239
9. Coupe schématique à travers le synclinal faillé du Bastberg près de Bouxwiller. . . . .	245
10. Le champ de fractures de Barr vu du Sud (J. SCHIRARDIN).	252
11. Coupe schématique du champ de fractures de Barr, partie Est (J. SCHIRARDIN). . . . .	255
	307

12. Succession des bandes de gneiss et de granites entre Aubure et Ribeaupillé. . . . .	259
13. Coupe schématique du champ de fractures de Molsheim. . .	263
14. Coupe schématique NW-SE de la vallée de la Bruche. . .	264
15. Carte itinéraire à travers la zone schisteuse du Climont (F. FIRTIION, d'après J. JUNG). . . . .	271
16. Coupe à travers la zone schisteuse du Climont (F. FIRTIION). . .	274
17. Coupe schématique du Sundgau (d'après N. THÉOBALD) . .	283
18. Coupe schématique de Ferrette au Glaserberg (d'après D. SCHNEEGANS). . . . .	285



# TABLE DES MATIÈRES

---

## PREMIERE PARTIE

### GÉOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ALSACE

I. — Historique. . . . .	9
II. — Introduction. . . . .	13
III. — Principales unités géographiques. . . . .	18
IV. — Climat. . . . .	32
V. — Série stratigraphique et histoire géologique. . . . .	37
1. Série schisteuse et schisto-cristalline. . . . .	38
2. Série schisto-grauwackeuse dévono-dinantienne . . . . .	47
3. Série houillère . . . . .	70
4. Série permienne. . . . .	78
5. Série triaso-jurassique. . . . .	95
6. Série éocène. . . . .	126
7. Série oligo-miocène. . . . .	130
8. Série pliocène et quaternaire. . . . .	143
VI. — Pédologie. . . . .	162
VII. — Prospection géophysique. . . . .	165
VIII. — Séismologie. . . . .	167
IX. — Gîtes métallifères et minéraux. . . . .	168
X. — Prospection des gîtes uranifères en Alsace. . . . .	171
XI. — Exploitations, mines et carrières. . . . .	181
XII. — Hydrologie . . . . .	187

## DEUXIEME PARTIE

### EXCURSIONS GÉOLOGIQUES A TRAVERS L'ALSACE

Introduction. . . . .	199
I. — Strasbourg ( <i>Argentoratum</i> ). . . . .	205
II. — Oberhausbergen et le ried de Reichstett. . . . .	213
III. — Achenheim-Hangenbieten. . . . .	217
IV. — Les rieds de l'Ill et de l'Andlau. . . . .	227
V. — Hochfelden-Mommenheim. . . . .	231
VI. — Le champ de fractures du Scharrachberg . . . . .	236
VII. — Bouxwiller . . . . .	242
VIII. — Le Pays de Bitche. . . . .	246
IX. — Le champ de fractures de Barr . . . . .	250
X. — Aubure-Ribeauvillé. . . . .	257
XI. — La basse vallée de la Bruche . . . . .	262
XII. — La haute vallée de la Bruche . . . . .	266
XIII. — La zone schisteuse du Climont. . . . .	270
XIV. — Colmar - Gérardmer - Metzeral. . . . .	276
XV. — Le Sundgau. . . . .	281
XVI. — Le Pays de Ferrette. . . . .	284
BIBLIOGRAPHIE. . . . .	289
Table des tableaux. . . . .	305
Table des figures. . . . .	307
Table des matières. . . . .	309

---