

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME TRENTE-QUATRIÈME

1906-1907 / 9

v.
230162

LIÈGE

Imprimerie H. VAILLANT-CARMANNE (Société anonyme)

8, rue Saint-Adalbert, 8

1906-1907 / 9

Aperçu sur la constitution et l'histoire géologique des Vosges

PAR

LE BERGRAT DR L. VAN WERVEKE ⁽¹⁾

Planches XIX et XX.

Dans le programme de la session extraordinaire, j'ai promis de donner un aperçu rapide sur la constitution et l'histoire géologique des Vosges. Mais avant de m'occuper de la géologie des Vosges, il me semble utile de jeter un coup d'œil sur leur délimitation. D'après l'avis le plus répandu, les Vosges s'étendent depuis la trouée de Belfort jusqu'à la Lauter près de Wissembourg ou la frontière de l'Alsace vers le Palatinat. Un petit nombre d'auteurs emploient la désignation dans un sens plus restreint : pour eux, les Vosges se terminent vers le Nord entre Saverne et Pfalzbourg, cette ancienne voie d'accès du Rhin à la Moselle. Je me suis rangé à l'avis de ces auteurs. Le motif principal qui m'a engagé à donner aux Vosges une extension restreinte, est basé sur la tectonique de notre système de montagnes qui accompagnent des deux côtés le Rhin moyen, c'est-à-dire la partie du Rhin entre Bâle et Mayence. Les Vosges et la Forêt-Noire au Sud et la Haardt et l'Odenwald au Nord, constituent des anticlinaux qui sont séparés par un synclinal, dont l'axe passe dans une direction Sud-ouest—Nord-est par Pfalzbourg sur le côté gauche du Rhin, et par le Kraichgau du côté droit. Le « Rheintalgraben », ce grand et profond affaissement qui dans sa direction s'éloigne peu de la ligne Sud-Nord, traverse les deux anticlinaux et le synclinal. Cette conception diffère notablement de celle d'Élie de Beaumont qui domina longtemps la science et d'après laquelle les montagnes des deux

(¹) Conférence faite à la réunion du 2 septembre 1907 de la session extraordinaire de la Société tenue à Strasbourg et dans les Vosges allemandes.

cotés de la plaine du Rhin formaient un bombement, une voûte unique, dont l'axe principal coïncidait avec la direction de la plaine du Rhin et dont la clef s'était écroulée. Elle diffère aussi notablement de la conception de Suess, d'après laquelle les Vosges et la Forêt-Noire forment un horst autour duquel les plateaux de la Lorraine et de la Souabe ont éprouvé, comme la plaine du Rhin, un affaissement dû à des forces centripètes. A mon avis, les anticlinaux et le synclinal dont je vous ai parlé, ont été produits, de même que les plis des Alpes et les montagnes du Jura, sous l'influence d'une poussée latérale. On n'a qu'à jeter un regard sur la carte tectonique de la partie est de la Lorraine, du pays de Saarbrück, de la Haardt et de la partie septentrionale des Vosges, que j'ai jointe aux explications de la carte hypsométrique de l'Alsace-Lorraine et des contrées limitrophes, pour reconnaître que toute autre conception doit être écartée. La carte elle-même montre clairement que la partie de la montagne entre Pfalzbourg et la Bavière rhénane ne peut plus faire partie des Vosges ; elle appartient à la Haardt qui s'étend de Pfalzbourg à Kaiserslautern.

On peut subdiviser les Vosges, cette partie d'anticlinal limité, comme je l'ai dit, vers le Sud par la trouée de Belfort (qui elle-même correspond à un synclinal entre la chaîne septentrionale du Jura et les Vosges), et vers le Nord par le synclinal de Pfalzbourg en Vosges méridionales, moyennes et septentrionales. Les Vosges méridionales comprennent les montagnes entre Belfort et la vallée de la Fecht, les Vosges moyennes s'étendent de la Fecht jusqu'au Giessen et les Vosges septentrionales du Giessen à Pfalzbourg.

Si nous passons maintenant à la constitution géologique des Vosges, c'est dans les Vosges moyennes que nous trouvons les roches les plus anciennes, la formation du gneiss.

Autrefois, on comprenait sous ce nom toutes les roches ayant la composition minéralogique des granites mais dont la structure était schisteuse ou laissait reconnaître une alternance de couches souvent très minces de composition différente. Aujourd'hui on distingue parmi les roches d'aspect gneissique des roches d'origine sédimentaire et des roches d'origine ignée. Les premières (Sedimentgneise) ont reçu le nom de Paragneis (*Rosenbusch*) ou de Metagneis (*Lepsius*) ; les secondes (Eruptivgneise) sont désignées comme Orthogneis (*Rosenbusch*) ou Protogneis (*Lepsius*).

Dans la Forêt-Noire, on leur a donné en outre les noms locaux : Renschgneiss pour les premiers, Schappachgneiss pour les seconds. Moi-même je restreins le mot de gneiss aux roches d'origines sédimentaire, tandis que je désigne les roches d'origine plutonique mais d'aspect gneissique comme granites en les distinguant des granites typiques par l'adjectif schisteux. Si je parle des gneiss des Vosges, j'ai uniquement en vue des roches d'origine sédimentaire ; ils correspondent probablement au Renschgneiss de la Forêt-Noire. Pour le moment il faut admettre que le Schappachgneiss manque dans les Vosges. Je reviendrai sur ce point.

Le gneiss constitue trois lambeaux distincts, dont le premier se trouve près d'Urbeis dans la partie supérieure de la vallée du Giessen, à la limite des Vosges moyennes et des Vosges septentrionales. L'autre lambeau, bien plus étendu que le premier, forme dans sa plus grande partie le flanc sud de la vallée de la Lièpvre aux environs de Ste-Marie-aux-Mines (Markirch), tandis que le troisième, qui est de nouveau plus restreint que le deuxième et dont les limites ne sont pas encore bien fixées, se trouve aux environs de Ribeauvillé (Rappoltsweiler) et de Kaysersberg. A la formation du gneiss se rattache aussi une bande étroite de roches à biotite et amphibole, pour laquelle Cohen a employé le nom de zone de Plaine-dessus-le-Mont (à l'Est du Climont). Les gneiss de ces contrées sont pour la plupart des gneiss à biotite; à Markirch ils se trouvent en association avec des gneiss à graphite et des lentilles de gneiss amphibolique et de calcaire grenu (marbre); au sud d'Urbeis on trouve en outre un gneiss pyroxénique. Aux environs de Markirch, on connaît entre le gneiss et le granit (du Brézouard), qui limite le gneiss vers le sud, plusieurs petits massifs de serpentines qui proviennent de la transformation de roches éruptives, de périclites amphiboliques.

Il n'est pas possible de discuter aujourd'hui le mode de transformation des roches sédimentaires en gneiss. Je me borne à mettre en évidence qu'aux environs de Kaysersberg, on trouve, au milieu du gneiss, des roches ressemblant tout-à-fait à des roches cornéennes (Hornfels) et qu'il ne peut pas rester de doute, que ces roches sont le produit de modifications semblables à celles que nous connaissons au contact des granites et des schistes. Je crois cependant que ce n'est pas le Kammgranit, qui est maintenant en contact avec le gneiss, qui a produit la modification, mais qu'il faut plutôt

admettre l'existence dans la profondeur d'un granit plus ancien. Peut-être faut-il admettre que ces roches ont été enfoncées par des mouvements tectoniques dans des profondeurs où la température suffisait en elle-même, sans l'intervention de roches éruptives, à produire le métamorphisme en roches cornéennes ?

Dans la série complète des formations sédimentaires, le gneiss est recouvert par le Glimmerschiefer (micaschiste), celui-ci par les phyllites qui passent aux formations fossilifères les plus anciennes. Dans les Vosges, le micaschiste manque comme formation spéciale. Ce que l'on désignait autrefois comme tel n'est qu'un produit de métamorphisme de roches phyllitiques au contact avec des intrusions granitiques. On trouve le micaschiste aux environs d'Urbeis dans la vallée supérieure du Giessen. Il y forme trois bandes, dont deux accompagnent des deux côtés une intrusion franchement granitique, tandis que la troisième longe, du côté nord, une zone bien distincte dans sa masse entière (Grenzzone, Cohen), mais d'un caractère pétrographique très variable. Il s'agit également d'une intrusion granitique, mais elle a été broyée par un mouvement tectonique et ne laisse reconnaître que par place la roche primitive, le granite.

Cette intrusion s'est faite à la limite du gneiss et des schistes, probablement sur une faille inverse, puisque les couches sont renversées. Le mouvement a continué pendant ou après l'intrusion, et a été accompagné ou suivi d'agents minéralisateurs, qui ont donné naissance à des filons de cuivre, de plomb et d'antimoine.

Les roches, qui par leur transformation ont donné naissance au Glimmerschiefer, sont des phyllades gris lustrés sans fossiles, les « Weiler-Schiefer » ; ils ressemblent aux schistes du Cambrien du Thüringer Wald et du Fichtelgebirge et, provisoirement, on fait bien de les ranger dans cette formation. Souvent des lentilles de quartz blanc, de grandeur variable, sont intercalées dans le schiste. Le Précambrien manque et on peut supposer que toute une série de couches n'a jamais été déposée ou a été supprimée par suite des failles qui ont donné passage aux intrusions granitiques. Outre le facies normal phylliteux des Weiler-Schiefer, on trouve, à l'Est du Climont, un facies arenacé. Cohen croyait qu'il s'agissait de schistes modifiés ; je suis plutôt d'avis, qu'on a affaire à des dépôts d'origine différente.

Aux schistes de Weiler succèdent les schistes de Steige qui se distinguent par leur grande schistosité, par leur caractère moins phylliteux et par leur couleur rouge-violette. A la limite des schistes de Weiler et des couches, on remarque une alternance des couches. On n'a pas encore trouvé des fossiles dans les schistes de Steige et leur âge est incertain comme celui des schistes de Weiler. Il font partie probablement du Cambrien comme ceux-ci. Une série de lentilles de *Proterobas* se trouve dans la partie inférieure.

Dans les conglomérats du grès bigaré, nos collègues français ont trouvé, dans ces dernières années, des cailloux de roche lydienne renfermant des *Graptolites*. Ils proviennent probablement d'un ancien continent qui, au temps du grès des Vosges, s'étendait au sud des Vosges d'aujourd'hui, et était composé en partie de Silurien. Dans les Vosges, on n'a pas trouvé, jusqu'ici, de traces de cette formation ; pendant la période silurique, les Vosges faisaient probablement partie d'un continent ou d'une île. Autrefois, on croyait que toutes les couches antérieures au carbonifère supérieur : les schistes de Steige, le dévonien et le carbonifère inférieur, avait été redressées d'un seul coup. Aujourd'hui on ne peut douter que les mouvements orogéniques ont rejoué à plusieurs reprises. Un premier redressement et plissement a eu probablement lieu avant le dépôt du Cambrien, un second, accompagné d'un soulèvement au-dessus du niveau de la mer, avant le Silurien.

Le Dévonien montre bien clairement, par son faciès lithologique, qu'il s'est formé, en partie du moins, à proximité d'une côte. L'on trouve des fossiles du Dévonien moyen dans des couches conglomératiques. Les calcaires, en plusieurs points fossilifères, ou les dolomies ne jouent qu'un rôle insignifiant. Les roches principales sont des *Schalstein* ou des *Schalsteinkonglomerate*, des roches qui se sont formées en connexion avec l'éruption de roches basiques, des diabases et des *keratophyres*. On trouve celles-ci intercalées dans les couches sédimentaires. On trouve, en outre, des grès, des arkoses, des arkoses conglomératiques et des schistes gris-rouges.

Le Dévonien forme, au Nord des schistes cambriens, une bande étroite qui coupe le *Hochfeld* (*Champ-du-feu*) dans une direction Ouest-Est : il acquiert son développement principal dans la partie supérieure de la vallée de la *Bruche* (*Breusch*) à l'Ouest d'une faille qui passe près de *Hersbach*, dans une direction Nord-Ouest.

Il constitue, à ce qu'il paraît, un grand synclinal très compliqué, dont l'axe principal a une direction nord-est.

Les fossiles qu'on a recueillis jusqu'ici, appartiennent tous au Dévonien moyen ; on n'a pas encore de preuve certaine de la présence du Dévonien inférieur ni du Dévonien supérieur. Les points principaux fossilifères se trouvent à peu de distance de la gare de Schirmeck et près de Champenay.

A Schirmeck, les fossiles se trouvent dans un calcaire gris clair ou foncé qui alterne avec des schistes. On y a trouvé d'après les échantillons conservé à la Geologische Landessammlung :

Heliolites porosa Gf.
Favosites polymorpha Gf.
Favosites Goldfussi M. Edw. et H.
Cyathophyllum Lindströmi Frech.
Cyathophylloides rhenanum Frech.
Amplexus sp.
Calceola sandalina Lam.
Cupressocrinus abbreviatus Gldf.
Rhipidocrinus
Productus subaculeatus Murch.
Retzia longirostris Kays.
Atrypa reticularis L. sp.
Rynchonella parallelipeda Bronn sp.
Stringocephalus Burtini Defr.
cf. Pentamerus globus Phill.
Euomphalus planorbis Arch. et Vern.
Turbo aff. Klipsteisi Goldf.
Annularia deflexicosta Sdb.
Orthoceras
Phacops latifrons Burm.
Bronteus flabellifer Goldf.

A Champenay, les fossiles se trouvent dans une arkose conglomératique qui renferme des cailloux de quartz de la grosseur d'une noisette. Ce sont :

Favosites polymorpha Gf.
Favosites cristata Bl. sp.

Alveolites

Atrypa reticularis L. sp

Streptorhynchus umbraculum

Calceola sandalina Lam.

Ces couches correspondent peut-être aux couches de Burnot de Dumont.

A l'Est de la faille de Hersbach le terrain de transition ou le Grauwackengebirge de la vallée de la Bruche appartient au carbonifère inférieur ; il est formé de grès quartzeux et de schistes noirs et n'a donné jusqu'ici que de rares empreintes et moules de *Knorria*. C'est dans les vallées de la Lauch, de la Thur et de la Doller dans les Vosges méridionales que l'on trouve le principal développement de cette formation avec des puissances énormes : les sédiments ont une épaisseur d'au moins 5200 m., les roches éruptives de 7500 m. en tout 13000 m.

D'après les caractères pétrographiques, on peut subdiviser le carbonifère inférieur en trois groupes. Le premier groupe comprend les grès ou les arkoses des environs de Moosch et des schistes noirs, que l'on peut voir dans de belles coupes entre Brand et Weiler. Ces schistes sont traversés par des injections de diabase. Parfois, au Talhorn par exemple, on trouve des serpentines et des conglomérats avec gabbro. On n'y trouve que rarement de mauvaises empreintes de plantes ; ils correspondent peut-être au carbonifère inférieur de la vallée de la Bruche. Le second groupe se compose de schistes noirs, de grauwaacke à petits grains et de grauwaacke conglomératique, de coulées de roches porphyritiques noires (Labradorporphyr) et de tufs, qui accompagnaient l'éruption de ces roches, ou de conglomérats formés des débris des coulées. Les restes de plantes sont assez rares dans ce groupe, mais en plusieurs points, on a trouvé des fossiles marins, qui prouvent que nous avons affaire à des couches de l'âge du calcaire viséen. Je renvoie aux listes complètes qui ont été publiées dans les *Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Elsass-Lothringen, Neue Folge, 4, 5 et 6* et ne cite ici que les formes principales : *Chonetes tricornis* Sem., *Productus semireticulatus* Mart. sp., *Pr. hemisphaericus* Son., *Pr. giganteus* Mart. sp. *Productus undatus* Defr., *Orthis resupinata* Mart. sp., *Spirifer subcinctus* Kon., sp. *Sp. bisulcatus* Sou., *Marti-*

nia glabra Mart. sp., *Reticularia lineata* Mart. sp., *Aviculopecten Meeki* Kon., *Macroodus undatus* Kon., *Edmondia sulcata* Phill. sp., *Protochizodus aequilateralis* M'coy sp.

Les schistes noirs, qui jouent un rôle prépondérant dans le premier groupe et se retrouvent dans le second, manquent complètement dans le troisième groupe. Celui-ci se compose de grauwaacke d'un grain très variable ; il y a toutes les transitions possibles entre les roches à grains très petits, et les roches conglomératiques. Ils alternent avec des tufs et des conglomérats porphyritiques et des coulées de porphyrites (Labradorporphyr, qui se distinguent des porphyrites du second groupe par leur couleur brune ou gris clair. Les fossiles animaux manquent ; par contre, les empreintes de feuilles ou de troncs d'arbres sont très fréquentes. On trouvait autrefois des troncs en grand nombre dans le « Versteinerte Wald », la forêt pétrifiée, près de Thann, dans une grauwaacke à grain moyen et fortement redressée ; des empreintes de feuilles sont surtout connues aux environs de Burbach. Je ne cite que *Lepidodendron*, *Knorria*, *Sagenaria Vellheimiana*, *Asterocalamites scrobiculatus* (Schl.) Zeill. (= *Calamites transitionis* Goepf.), *Cardiopteris polymorpha* Goepf. et *Sphenopteris Schimperii* Goepf. A Bitschweiler et dans quelques autres localités, on a essayé d'exploiter de minces couches d'anthracite très impure.

Le continent ou l'îlot contre lequel s'adossait le dévonien moyen persistait pendant le carbonifère inférieur, car on trouve des galets de gneiss dans les conglomérats de cette formation. Avant le dépôt du carbonifère supérieur se produisit le dernier grand plissement et relèvement des couches paléozoïques des Vosges. Ce n'est qu'à Moosch, que l'on trouve les couches dans leur position horizontale primitive ; partout ailleurs ils ont une position presque verticale. Les grauwaackes de Moosch, entourées par les schistes noirs avec intrusions de diabases, forment le noyau d'un anticlinal, dont les flancs sont formés par les deux autres groupes, par les grauwaackes avec coulées de porphyrites.

A la suite de ces plissements se firent les intrusions des massifs granitiques des Vosges. On peut observer le granite intact à côté de la grauwaacke métamorphique redressée verticalement. En outre, les couches non sujettes au métamorphisme laissent reconnaître, dans les coupes minces, des preuves de cataclase, de broyement, tandis que ceux-ci manquent dans les roches cornéennes.

Après le métamorphisme, les grands mouvements orogéniques ont cessé.

Le plus grand massif granitique est le « Kammgranit », nommé ainsi parcequ'il forme la crête, le « Kamm » des Vosges sur une grande étendue, du Drumont jusqu'au-delà de la vallée de la Lièpvre. C'est un granite à biotite à grains moyens avec de grands cristaux porphyriques de feldspath ; par endroits, il renferme des aiguilles d'un amphibole vert-brun clair. A l'Ouest de Ribeauvillé (Rappoltsweiler), il est très riche en biotite et constitue la variété du Glashüttengranit. Ailleurs, on remarque au bord une variété à grains fins, par exemple au Kahle-Wasen et aux environs de Kaysersberg. Les roches schisteuses et les grauwackes du carbonifère inférieur sont modifiées en roches cornéennes au contact du granite, et à Roderen, des conglomérats de la partie moyenne du houiller supérieur, contenant des galets de Kammgranit, reposent sur celui-ci. L'intrusion s'est donc faite dans la période comprise entre le redressement des couches du carbonifère inférieur et le dépôt de la partie moyenne du carbonifère supérieur. A Kaysersberg et à Kienzheim, le Kammgranit se trouve en contact avec le gneis ; il y fait des intrusions en banes et en veines entre les banes du gneis, qui a, près de Kaysersberg, une position s'éloignant peu de l'horizontale. Les banes de granite enveloppent souvent des lentilles de gneis. A en croire les idées qu'a émises Monsieur Reyer dans ses « geologische Prinzipienfragen » (Questions de principes géologiques) Leipzig 1907, ces banes de granite seraient des coulées de granite qui se sont répandues sur le gneiss ou les roches qui ont donné naissance au gneiss pendant le dépôt de ceux-ci ; la durée de l'intrusion serait alors énorme ; elle aurait commencé dans l'archéen et n'aurait cessé qu'avant le carbonifère supérieur. Cela me paraît très invraisemblable et je suis d'avis, que l'intrusion a eu lieu dans un temps relativement court après le redressement du carbonifère inférieur. Les intrusions, qui ont modifié près d'Urbeis le schiste de Weiler en micaschiste, font partie du grand massif du Kammgranit,

Partant du Kammgranit on peut fixer l'âge relatif de plusieurs autres massifs. D'abord le granite du Brézouard, qui forme entre Ste. Marie-aux-Mines (Markireh) et Ribeauvillé (Rappoltsweiler) un massif allongé, s'étendant du Brézouard jusqu'à la grande

faille qui sépare les Vosges de la vallée du Rhin. C'est un granite à deux micas et à grains moyens contenant rarement des feldspaths porphyriques. Il traverse le gneiss et le Glashüttengranit, la variété riche en mica du Kammgranit. Il est donc plus récent que le Kammgranit.

Deux autres granites, également plus récents que le Kammgranit, sont remarquables par leur aspect gneissique ; ce sont le Bilsteingranit et le Drei-Aehrenggranit (granite du Bilstein et granite des Trois-Épis). Le premier, un granite à deux micas, est séparé du massif du Bressoir par une bande étroite de gneiss et s'étend avec une largeur maxima d'un km. et une longueur de 16 km. de Bonhomme (Diedolshausen) jusqu'à Bergheim. Les salbandes sont constituées par des roches schistoïdes, le noyau, par exemple à la ruine de Bilstein, par une roche franchement granitique ; de celle-ci aux roches schistoïdes, il y a des passages successifs. Des ruines de Ribeauvillé vers l'est, le massif se retrécit et les roches schistoïdes prédominent. Le granite a été soumis pendant son éruption à une forte pression.

Le granite des Trois-Épis, entre la vallée de la Fecht et Kaysersberg est un granite à grains assez petits et à biotite, qui est disposé en petites lentilles de manière à faire reconnaître une structure fluidale. Le grain diminue vers les limites du massif qui a fait intrusion dans le bord du massif du Kammgranit.

Sur la carte géologique de l'Alsace-Lorraine à l'échelle de 1 : 500 000, le granite des Trois-Épis fait partie du grand lambeau de gneiss situé entre Kaysersberg et la Fecht, et le granite du Bilstein lui aussi a été rangé autrefois dans le gneiss. En parlant du gneiss, j'ai fait la remarque que pour la Forêt-Noire les géologues du Grand-Duché de Bade, en premier lieu l'ancien chef du levé géologique, M. Rosenbusch, distinguent le gneiss résultant de la transformation de roches sédimentaires, le Renghneiss, d'un gneiss d'origine plutonique, du Schappachgneiss. Tandis que nos gneiss d'Urbeis, de Sainte-Marie-aux-Mines et de Kaysersberg peuvent être comparés au Renghneiss ; les massifs qui pourraient être comparés au Schappachgneiss manquent dans les Vosges. Nos granites d'aspect gneissique n'appartiennent pas au système du gneiss ; ils sont beaucoup plus récents que celui-ci, plus récents même que le Kammgranit. Voilà un point où la géologie des Vosges diffère notamment de celle de la Forêt-Noire.

Les autres massifs granitiques des Vosges ne sont pas en rapport avec le massif du Kammgranit et, à cause de cela, il n'y a pas moyen de fixer leur âge par rapport à celui-ci. En partant de la partie sud des Vosges, nous avons à noter d'abord le Granite du Ballon d'Alsace. C'est un granite à biotite et amphibole d'un grain assez gros avec de grands feldspaths brun-violet qui lui donnent un aspect bien caractérisé. Il est entouré d'une bordure assez large de granite à grain plus fin et plus riche en minéraux basiques, parmi lesquels apparaît l'augite. Il a modifié les schistes et grauwackes du carbonifère inférieur. Un massif assez restreint, constitué par un granite à deux micas, s'étend à l'Ouest de Winzenheim ; un autre massif plus grand forme les montagnes entre Dambach et la vallée du Giessen. Du côté du Giessen et vers le Nord, il est recouvert par des couches qui appartiennent au permien inférieur. Le granite de Dambach est un granite à biotite à gros grains sans éléments porphyriques.

Au nord du granite de Dambach s'élève le massif plus petit du granite de Barr-Andlau qui a beaucoup de ressemblance avec le granite du Ballon ; comme celui-ci, il est caractérisé par de grands feldspaths brun-violet. En dernier lieu, je cite le granite du Hochfeld (Champ-de-feu). Ce massif est d'un caractère lithologique très variable. Des granites d'une couleur claire et à grains moyens, dans lesquels l'amphibole se trouve quelquefois à côté du Biotite et qui contiennent souvent des concrétions basiques de la grosseur d'une tête, prédominent entre Hohwald, Saales, Grendelbruch, Rothau et Natzweiler ; dans la partie sud du massif, le granite est plus riche en biotite, dans la partie nord en amphibole et oligoclase et forme des roches que l'on désignait autrefois comme Nadeldiorit. Au bord du massif, on rencontre des variétés très dures, pauvres en biotite, mais contenant parfois de l'amphibole et du pyroxène. Le diorite du Neuntstein est une variété qui passe insensiblement au granite amphibolifère du Hohwald, qui fait partie du massif du Champ-de-feu.

Au bord méridional du massif du Champ-de-feu et du massif de Barr-Andlau, les schistes de Steige sont modifiés d'abord en schistes à petites nodules (Knotenschiefer), puis en schistes riches en mica renfermant également des nodules (Knotenglimmerschiefer), puis en roches cornéennes. Au bord septentrional du massif c'est le dévonien qui est transformé en roches cornéennes.

Les granites sont donc postérieurs au dévonien, probablement aussi postérieurs au carbonifère inférieur. On ne connaît du moins pas de faits, qui pourraient faire croire à une intrusion antérieure au carbonifère.

Les grands mouvements tectoniques de la fin du carbonifère inférieur ont fortement redressé et plissé les couches ; en plusieurs endroits, celles-ci ont été renversées ; mais nulle part nous ne connaissons jusqu'ici des traces de grands charriages qu'on a peu à peu appris à connaître dans les Alpes. Les mêmes forces ont relevé les Vosges et, avec celles-ci, les chaînes armoricaine et variscique au-dessus du niveau de la mer.

Les premiers dépôts qui se sont formés sur ce continent sont des dépôts de lagunes du carbonifère supérieur formés dans des dépressions dont la direction a été prédestinée par les plis des terrains anciens. Nous trouvons, d'une part, des dépôts du houiller très restreints et complètement épuisés à St. Pilt et Roderen, recouverts par le grès bigarré, d'autre part à Lalaye (Laach) dans des conditions qui nous forcent de supposer que le permien a été déposé au-dessus du houiller. Jusqu'à la publication des nouvelles recherches de M. le professeur BENECKE sur les plantes houillères, il faut se contenter du fait que les couches de St. Pilt sont antérieures aux couches de Lalaye, qui, elles, correspondent probablement aux couches supérieures de Sarrebruck ou même aux couches d'Ottweiler. Les premières sont recouvertes par le grès bigarré, tandis que le permien est intercalé entre celui-ci et le houiller de Lalaye ; cela prouve que de grands mouvements tectoniques ont eu lieu entre le dépôt de ces deux étages du houiller. Il est fort probable que la faille qui a broyé l'intrusion granitique d'Urbeis et une autre grande faille, qui suit la vallée de la Lièpvre, datent de cette époque.

Quelques lambeaux très peu importants de houiller se trouvent à Le Hury, à Thannenkirch et à Eckkirch. Dans ce dernier endroit, il s'agit d'un petit lambeau qui a été serré dans la faille de la vallée de la Lièpvre. Ces lambeaux sont antérieurs à la houille de Lalaye.

A Lalaye on peut recueillir :

Calamites approximatus Schl., *Annularia stellata* Schl., *Stachannularia tuberculata* Strnb. sp., *Annularia sphenophylloides* Znk., *Sphenophyllum emarginatum* Brngn., *Sigillaria ovata*

Sauv., *Callipteridium gigas* Gutb., *Pecopteris arborescens* Schl.

La houille de Lalaye est recouverte par des conglomérats et des arkoses, dont la puissance totale est d'au moins 80 m. Dans les bancs supérieurs on trouve *Walchia hypnoides*. Viennent ensuite les couches d'Erlenbach, qui font encore partie du carbonifère; elles se composent de schistes noirs et de calcaires noirs épais et de dolomies brunes cristallines. Leur puissance est de 60 m; à la partie inférieure, se trouve un banc de 0,70 m de houille très impure.

Le permien n'est représenté dans les Vosges que par le Grès rouge, le Rotliegendes; le Zechstein manque. On n'en trouve que les traces dans le Palatinat aux environs de Neustadt. De là vers le sud, il disparaît complètement. Avec le dépôt du Rotliegendes, les dépressions des Vosges s'élargissent, la mer commence à empiéter sur la terre ferme. Dans la vallée du Giessen ou le Weiertal, où le Rotliegendes a son développement le plus complet, celui-ci a pu être subdivisé de haut en bas en :

Kohlbäehelschichten, correspondant aux Waderner Schichten du bassin de la Nahe, avec une épaisseur de 180 m. Elles se composent essentiellement de conglomérats ou de brèches avec éléments de roches qui proviennent du voisinage, de grès et d'argiles rouges; dans les couches supérieures des rognons et lentilles, souvent aussi des filons de dolomie grenue accompagnée de carneol sont intercalées dans les argiles. Au pied de l'Ungers-Berg et près de Hury, on remarque aussi quelques bancs minces de tufs.

Si l'on veut ranger le conglomérat de Malmédy dans le Rotliegendes, ce sont uniquement les couches de Wadern que l'on peut prendre en considération. Mais après comme avant je suis d'avis, que le conglomérat de Malmédy appartient au grès bigarré supérieur.

Les Meisenbuckelschichten avec une épaisseur de 40 m. correspondent probablement aux Söterner Schichten du bassin de la Nahe. Ils sont formés d'argiles rouges et de tufs bariolés de rouge, vert, blanc et violet sombre. Les fossiles manquent dans ces deux étages.

Les couches du Kohlbächel et du Meisenbuckel constituent ensemble le grès rouge supérieur. Le grès rouge inférieur est représenté par les schistes du Heissenstein et par les couches de Triembach. Les premières ne se trouvent que dans la partie

occidentale du bassin de Weiler, à proximité du granite de Dambach et se composent de schistes noirs alternant avec des dolomies et des bancs de calcaire ; leur épaisseur maxima est de 10 m ; ces couches sont dépourvues de fossiles.

Les couches de Triembach se divisent en deux parties qui passent insensiblement l'une à l'autre. La partie supérieure est formée de schistes gris, rouges et violets sombre et de grès à grains fins. A proximité du granite de Dambach, les schistes passent à des arkoses qui ont, par place, l'apparence d'un gneiss, même d'un granite. Les couches ont été formées presque sur place par le remaniement de granite désagrégé. Dans la partie inférieure, les grès ou les arkoses prédominent. En outre, on y rencontre des conglomérats contenant des galets d'un porphyre quartzifère rouge, dont on ne connaît pas encore l'origine. L'épaisseur de la partie supérieure est de 30 m, celle de la partie inférieure de 40 m.

Dans les arkoses et conglomérats des couches inférieures de Triembach, on observe souvent des troncs d'arbres silicifiés, rarement des feuilles assez bien conservées. Entre Erlenbach et l'Ungers-Berg, on a trouvé, dans une carrière, où l'arkose renferme du mispickel (Arsenkies) ou ses produits de décomposition, les formes suivantes :

Annularia stellata Schl. sp.

Pecopteris oreopteridea Schl. sp.

Callipteris conferta Strub. sp.

Walchia piniformis Strub.

Les couches supérieures de Triembach sont en quelques endroits assez riches en empreintes de plantes. Au Teufelsbrunnen (fontaine du diable), dans la forêt de Roncourt, des fouilles ont permis de ramasser :

Annularia stellata Schl. avec *Calamostachys tuberculata*

Calamites cannaeformis Schl.

Sphenophyllum oblongifolium Germ.

Sphenophyllum Thoni Mahr.

Sphenopteris cristata Brgt.

Odontopteris lingulata Goepp. sp. (= *Od. obtusa* Weiss)

Callipteris conferta (Strub.) Brongn.

Callipteris gigas Gutb.
Neuropteris gleichenoides Stur.
Dictyopteris Schützei F. A. Roem.
Pecopteris oreopteridea Schl. sp.
» *unita* Brongn.
» *Daubréei* Zeill.
Taeniopteris multinervia Weiss,
» *jejunata* Gr. Eur.
Arthropitys approximata,
» *elongata*
» *communis*
Cordaites principalis Germ. (?)
Cordaicarpus,
Samaropsis,
Pachytesta (?)

Cette flore permet de ranger les couches de Triembach dans le grès rouge inférieur, sans qu'il soit possible de fixer leur position d'une manière plus exacte.

Dans la vallée de la Bruche, le grès rouge commence par des tufs qu'il faut comparer aux couches du Meisenbuckel ; ils reposent directement sur le dévonien et le carbonifère inférieur. Dans les équivalents des couches du Kohlbächel, on trouve, principalement à Champenay, intercalé dans les conglomérats et brèches, un grès rubané de rouge et de blanc, qui convient très bien pour la fabrication des seuils.

Nous avons rencontré, dans les schistes cambriens, des éruptions de diabases ou de proterobases ; dans le dévonien de diabases, de porphyrites, de kératophyres ; dans le carbonifère inférieur de porphyrites, de porphyre et de porphyre quartzifère. Des aplites, des vogesites, des kersantites et des minettes ont percé les couches anciennes à la suite des intrusions des granites. De nouvelles éruptions se sont produites pendant le dépôt du grès rouge supérieur, des couches du Kohlbächel. Une grande coulée probablement assez complexe, d'un porphyre quartzifère à enstatite s'étend de Oberhaslach jusqu'à Raon-sur-plaine et la vallée de la Sarre en tournant le promontoire de grauwacke, sur lequel s'élève le grès bigarré du Donon.

Dans le bassin permien de Weiler on trouve bien, comme nous

l'avons vu, des tufs, mais pas de porphyre. Peut-être faut-il ranger dans le permien le massif porphyrique du Rosskopf près de Barr, qui n'est pas en connexion avec des roches sédimentaires, et le porphyre au nord de Ste-Marie-aux-Mines.

Dans le troisième bassin permien que j'ai à signaler, le bassin de Guebwiller (Gebweiler), le grès rouge commence par des arkoses et conglomérats de l'âge des couches de Triembach ; ils sont surmontés par des tufs et par une coulée de porphyre quartzifère, puis par des conglomérats qui appartiennent au niveau des couches du Kohlbächel.

On pourrait admettre que le permien des Vosges est l'équivalent du Rotliegendes et du Zechstein de l'autre côté du Rhin. On peut aussi être d'avis que le Zechstein manque et que le grès bigarré repose immédiatement sur le grès rouge. Le temps me manque pour discuter cette question, que je ne voulais pourtant pas passer sous silence. A mon avis, les couches de l'âge du Zechstein manquent : notre contrée doit donc avoir été exhaussée, pendant ce temps, par rapport aux contrées où le Zechstein a été déposé et le grès bigarré doit reposer en discordance sur le grès rouge. C'est ce qui est bien prouvé dans le bassin de Guebwiller, car là le grès bigarré s'avance en transgression sur les divers étages du permien.

Entre les trois bassins permien, celui de la vallée de la Bruche dans les Vosges septentrionales, celui de Weiler dans les Vosges moyennes et celui de Guebwiller dans les Vosges méridionales, les couches supérieures de Kohlbächel, les schistes et grès rouges avec des rognons de dolomie et de carneol, se trouvent, en une série de points, intercalées, avec une faible épaisseur, entre les terrains anciens et le grès bigarré. Ce ne sont que de petites cuvettes qui ont été remplies complètement et ont préparé une pénéplaine sur laquelle la mer du grès bigarré pouvait faire transgression.

La contrée exhaussée pendant la période du Zechstein s'est affaissée de nouveau pendant le dépôt du grès bigarré, mais l'affaissement n'atteignait pas partout le même degré. Dans la partie méridionale des Vosges, l'affaissement était moindre que dans les parties septentrionales et surtout dans la Haardt, ce qui est prouvé par le fait que, dans cette dernière montagne, nous trouvons la subdivision du grès bigarré inférieur, tandis que

dans les Vosges le grès bigarré moyen repose directement sur le permien et sur les couches encore plus anciennes. Le différent degré du mouvement est en outre prouvé par l'épaisseur du grès bigarré moyen ou du grès des Vosges, comme l'a nommé Voltz (1821), dans les parties méridionales et septentrionales de nos montagnes. A la frontière de l'Alsace et du Palatinat, le grès vosgien à une épaisseur de 400 m. ; au pied des Vosges septentrionales, à Aue, l'épaisseur est réduite à 25 m. Au dépôt du grès bigarré succède le Muschelkalk, dont nous connaissons un petit lambeau serré entre deux failles près d'Altweier (Aubure) à l'ouest de Ribeauvillé. L'enfoncement de notre contrée se poursuit jusqu'à la période du Jura blanc. Alors se produisit de nouveau un exhaussement, la craie manque dans toute la partie sud-ouest de l'Allemagne. Pendant la période tertiaire, s'effondra la vallée du Rhin qui fut remplie de dépôts d'une épaisseur encore inconnue.

Au sud-est de Belfort, le sondage de Foussemagne donnait, à la profondeur de 800 m., des carottes de conglomérats tertiaires et, à 820 m., de calcaire du Jura blanc. Un sondage près de Wittelsheim aux environs de Mulhouse est resté dans le tertiaire à une profondeur de 1119 m. ! Outre les failles qui limitent le tertiaire, des failles normales, à mon avis, il y a des failles qui coupent la montagne même. Les témoins de Grès des Vosges qui sont caractéristiques pour les Vosges moyennes, se trouvent tous à l'Est de failles qui sont probablement du même âge que la faille principale. Je n'insiste pas sur ces failles ni sur les filons métallifères auxquels elles ont donné naissance. Je finis par dire que des bombements, qui ont commencé déjà très tôt et qui ont rejoué après l'effondrement de la vallée du Rhin, ont produit les anticlinaux et synclinaux qui nous ont servi de base pour la délimitation des Vosges et de la Haardt. Ils sont le résultat d'une poussée latérale, qui affectait aussi le plateau lorrain et y a produit le système de ridement que j'ai figuré sur la planche que j'ai jointe aux explications de la carte hypsométrique de l'Alsace-Lorraine et des contrées limitrophes.

Vous voyez donc, Messieurs, que la géologie des Vosges est assez compliquée. Beaucoup de questions paraissent être résolues

pour le moment, beaucoup d'autres restent encore à résoudre. Quelle sera la part que je prendrai encore à la solution de ces problèmes, je l'ignore.
