

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 5 (1897-1898)
Heft: 2

Artikel: 2e partie, Minéralogie et Pétrographie
Autor: Schardt, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-155232>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Jura. L'on voit nettement l'ouverture béante par laquelle la marne a glissé entre les bancs du marbre bâtard.

Les autres gisements sont plus compliqués. En effet, l'ouverture d'introduction du remplissage ne se voit pas. Il faut donc admettre que le mécanisme du remplissage s'est fait en deux mouvements. 1° La marne d'Hauterive et les débris de calcaire valangien ont glissé dans une crevasse produite près de la partie convexe du genou du calcaire valangien, comme pour les trois poches citées. Ensuite, le Valangien du flanc supérieur a glissé, à son tour, par-dessus le remplissage marneux, en fermant l'ouverture d'introduction, comme le ferait un couvercle à tiroir.

Il y a d'ailleurs un grand nombre de points sur la rive du lac de Bienne, entre Neuveville et Bienne, où l'on voit fort bien le glissement du haut en bas des bancs valangiens, plus ou moins parallèlement à la stratification, ainsi à la Hohe Fluh près Bipschal, et au Fluhweg près Daucher.

L'inclusion des enclaves hauteriviennes a encore été suivie de compressions, ce qui est attesté par les phénomènes de clivage, les miroirs, les plans de glissement qui les entrecoupent et qui les séparent de l'entourage valangien. Leur formation est donc antérieure à l'achèvement du plissement du Jura.

L'absence de l'étage urgonien sur le bord du lac de Bienne et la faible épaisseur de l'hauterivien supérieur ont dû singulièrement faciliter les glissements supposés.

2^e PARTIE. — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

par H. SCHARDT

Minéralogie.

D'après M. A. BRUN¹, le **grenat mélanite** se trouve dans les **environs de Zermatt** en nombreux petits cristaux ou en masses mamelonnées, plus ou moins grosses, d'une couleur verte ou jaune de miel, engagés dans de l'asbeste. Les masses

¹ *C.-R. Soc. phys. et Sc. nat. Genève*, 6 juin 1896. Arch. sc. phys. et nat. XXXIV, 403.

sont tantôt lisses, tantôt rendues rugueuses par une multitude de facettes microscopiques du dodécaèdre rhomboïdal.

Les cristaux les plus petits sont les plus purs ; ils appartiennent au type topazolite de 48 pyramides. Les masses et les cristaux les moins purs ont une texture fibro-rayonnante, dont les fibrilles ont un allongement positif, donnant l'apparence d'un sphérolite à croix noire.

Les fibres sont souvent terminées par des facettes du dodécaèdre rhomboïdal et chaque fibre forme un cristal isolé. Les fibres ont en général une extinction oblique sur leur longueur.

Dans la mélanite jaune, le centre des sphérolites est formé par un grain de magnétite, et lorsqu'elle est vert pâle, c'est un fragment d'asbeste.

M. TARNUZZER¹ a étudié un nouveau gisement du **Minerai manganifère**, existant à l'altitude de 2500 mètres dans le Val Bercla, entre le Mazzerspitz et le point coté 3082, sur l'arête bordant le Val d'Avers (Grisons). Le gisement de ces minerais se trouve dans les schistes verts et panachés paléozoïques. Il y a essentiellement du polianite et un peu de pyrolusite et du psilomélane. Des schistes silicieux rouge cerise et des schistes à jaspé alternent avec les lits manganifères à éclat gris-acier semi-métallique. Il y a lieu de considérer ce gisement comme une formation sédimentaire.

Un autre gisement paraît exister près du Tamülpass (2417 m.) entre les vallons de Vals et de Safien.

M. le Dr J. FRÜH² a examiné les **débris de charbon** provenant de la station préhistorique du Schweizerbild, et conclut que les restes appartiennent en partie à du bois carbonisé, en partie à du charbon minéral, qui n'est ni houille, ni anthracite, mais du lignite à éclat résineux, provenant probablement du terrain miocène du voisinage, où existent divers gisements de ce combustible.

ORIGINE DU PÉTROLE ET DU BITUME.

La revue géologique s'est déjà occupée de plusieurs travaux de feu M. le prof. JACCARD³ concernant les **gisements et l'origine de l'asphalte et du pétrole**. (Revue pour 1894.)

¹ Dr CHR. TARNUZZER. Neue Fundstellen von Manganerz in Graubünden. *Eclogæ geol. helv.* IV, 1895, 444-446.

² Dr J. FRÜH. Ueber Kohlenreste aus dem Schweizerbild. *Denkschr. d. Schw. naturf. Gesellsch.* XXXV 1895, 197-200.

³ A. JACCARD. Le pétrole, l'asphalte et le bitume au point de vue géologique. *Bibliothèque scientifique internationale*, LXXXI. 1895, 292 p.

Un nouveau volume, donnant d'une manière plus complète encore le résultat des études du regretté géologue, vient de paraître dans la collection de la *Bibliothèque scientifique internationale*.

Après une introduction historique sur la découverte des bitumes et huiles minérales dans les diverses parties du monde et leurs relations avec la sédimentation, l'auteur examine la multitude d'hypothèses proposées pour expliquer l'origine de ces matières ; puis il les fait suivre d'un examen critique, en se prononçant lui-même catégoriquement en faveur de *l'origine sédimentaire par décomposition d'organismes*, d'animaux surtout, ainsi que l'avaient déjà fait Lesquereux, Fraas, etc. Il cite à l'appui de cette hypothèse le phénomène observé dans le lac des Brenets, où la décomposition des organismes (anodontes, etc.), dans le limon du fond, produit un très actif dégagement d'hydrogène carburé gazeux ; il en déduit que la formation d'hydrocarbures liquides ou solides peut s'expliquer par le même phénomène. En tout cas, les calcaires et marnes bitumineuses (calcaires fétides, etc.), si fréquents dans les formations d'eau douce, saumâtres ou marines, trouvent ainsi une explication très plausible.

L'étude des gisements, exploités dans les diverses parties du monde, forme le chapitre le plus intéressant de ce livre. L'auteur s'étend tout spécialement sur les gisements suisses et limitrophes, soit d'asphalte solide ou visqueux, soit de naphte liquide.

Ces matières existent dans trois niveaux très distincts :

1. Dans le Bathonien où le bitume remplit des crevasses (Noiraigue), ou forme le remplissage des interstices d'une brèche de dislocation (Vallorbe).

2. Dans l'Urgonien, le bitume se trouve comme imprégnation d'un calcaire crayeux ou spatique très poreux (jusqu'à 15 %) : Val de Travers, Pyrimont, Lovagny, Forrens. — Parfois aussi dans ce même étage l'asphalte visqueux remplit des craquelures et des excavations sans communication avec l'extérieur (Mormont, Thoiry).

3. Dans la Molasse miocène inférieure (Aquitanién ou Oligocène supérieur). Ici c'est du pétrole fluide qui forme l'imprégnation des grès sableux tendres. M. Jaccard cite les localités de Dardagny, Chavornay et Orbe.

Les exploitations n'ont été fructueuses jusqu'ici que dans l'Urgonien crayeux du Val-de-Travers. L'exploitation de l'asphalte bathonien n'a pas été poursuivie.

L'auteur croit à l'avenir des gisements miocènes que l'on a tenté d'exploiter à plusieurs reprises. Le pétrole qui s'écoule des mollasses, à Dardagny (Genève) et à Chavornay, Orbe et Mathod, lui paraît un motif sérieux pour encourager des recherches ultérieures. Bien que les sondages et tentatives d'exploitations assez profondes faites à Dardagny n'aient pas donné de résultat satisfaisant, et, *malgré la différence d'âge et de faciès*, l'auteur compare nos gisements suisses à ceux de Pechelbronn en Alsace et pense que des sondages profonds pourraient faire jaillir le pétrole, comme à Pechelbronn. Trois profils transversaux à la vallée de l'Orbe figurent d'innombrables nappes de sables pétrolifères, que l'auteur suppose intercalées dans la Mollasse rouge.

En résumant les résultats de son étude et après avoir envisagé l'avenir des exploitations de pétrole et de bitume, M. Jaccard se prononce catégoriquement *contre l'origine minérale* ou éruptive du pétrole et du bitume, en admettant toutefois le déplacement de ces matières, à travers les roches perméables, à des distances souvent très éloignées de leur gisement primitif.

Pétrographie.

ROCHES SÉDIMENTAIRES.

Le **grès de Taveyannaz**, qui se trouve toujours nettement interstratifié dans le Flysch (voir la partie stratigraphique), a fait l'objet d'une étude pétrographique de la part de MM. DUPARC et RITTER¹. Cette formation présente deux faciès, un type gréseux qui est en prédominance et un type conglomérique plus rare. Au point de vue microscopique, les grès de Taveyannaz sont manifestement aussi des conglomérats à éléments extrêmement petits, mais qui sont pour la plupart des individus pétrographiques distincts, c'est-à-dire des fragments de roches. Ils ne se composent que rarement d'individus minéralogiques exclusifs.

Qu'il soit à l'état de conglomérat à gros éléments, ou à l'état de grès fin, le grès de Taveyannaz est toujours formé de débris roulés, autant du moins que les contours des éléments, parfois très fins, sont nettement visibles ; car parfois

¹ DUPARC et RITTER. Le grès de Taveyannaz et ses rapports stratigraphiques. *Arch. sc. phys. et nat. Genève* 1895. XXXIV, p. 435-452 et 530-560.

leur pénétration réciproque ne permet pas de distinguer leurs limites de séparation.

Les auteurs ont pu distinguer les débris de deux catégories de roches :

I. Des *roches éruptives basiques modernes* :

1. *Andésites*, dont il y a six types à distinguer. Ils sont tous à deux temps de consolidation. Les minéraux du premier temps sont des hornblendes zonaires, du mica noir, de l'augite incolore et de la magnétite, avec du feldspath andésine ou labrador-andésine.

Le second temps a produit des microlites de feldspath andésine, de magnétite, d'augite, avec un minéral chloriteux. Il y a souvent, en plus ou moins grande abondance, de la pâte amorphe.

2. *Labradorites*, moins répandues que les andésites et aussi moins variées. Elles sont aussi à deux temps. Le premier produit des cristaux d'augite, de labrador et de magnétite ; quelques plages de chlorite secondaire (brouillards). Le second temps offre des microlites de labrador, des grains de magnétite, et de la matière vitreuse.

Un type particulier ne permet presque pas de distinguer les éléments des deux temps.

Dans toutes ces roches, la structure fluviale est nettement accusée ; les divers type se lient les uns aux autres par un grand nombre de variétés.

Il est remarquable de constater l'absence de roches à olivine, de même que celle du quartz libre et de l'orthose. Il n'y a pas non plus de fragments trachitiques.

II. Les *roches éruptives anciennes* acides et roches cristallines sont beaucoup moins abondantes que les précédentes, évidemment, parce que les débris granitiques ne sont pas faciles à distinguer, lorsqu'ils sont de petite dimension, puis parce que les roches basiques sont manifestement en prédominance dans le grès de Taveyannaz. On a pu reconnaître toutefois du granit, contenant du quartz à extinction onduleuse, et des pégmatis à feldspath et quartz, en association graphique.

Il s'y rencontre aussi des micaschistes et un amphibolite.

III. Les auteurs signalent une *roche gréseuse*, verdâtre qui se rencontre en gros galets. C'est un mélange de quartz, de magnétite et de feldspath, le tout en petits grains noyés dans une masse argilo-chloriteuse prépondérante.

IV. Un certain nombre de *minéraux*, résultant évidemment des roches mentionnées, ont été rencontrés *isolément* dans le grès de Taveyannaz. Ce sont : magnétite, augite, hornblende, mica noir, mica blanc, labrador, andésine, oligoclase, orthose, microcline, quartz, calcite, chlorite.

Les auteurs donnent le résultat de leurs recherches microscopiques et les propriétés optiques et cristallographiques de ces divers minéraux.

Le feldspath est représenté par des plagioclases basiques, des plagioclases acides et des feldspaths potassiques.

Ces deux derniers proviennent sans nul doute de roches granitiques. Il y a de l'oligoclase, de l'orthose à structure microperthitique et du microcline. Ils sont tous propres aux grès transitoires entre le Flysch et le grès de Taveyannaz et toujours accompagnés de quartz granitoïde.

Quant à la chlorite, qui est extrêmement répandue, soit en nids, soit en rosettes, elle se rattache à la délessite et provient de la décomposition de la hornblende et de l'augite.

Les auteurs divisent les divers échantillons recueillis en quatre types : Le type conglomérique, le type gréseux à éléments basiques, qui est le plus répandu, le type gréseux à aspect quartzitique, riche en quartz et feldspath d'origine granitique, enfin les grès du Flysch.

A la suite d'une description détaillée de nombreuses coupes microscopiques, provenant soit des Alpes suisses, soit de Savoie, les auteurs formulent les conclusions suivantes :

Les grès de Taveyannaz ne sont pas des tufs d'une diabase quartzifère comme le pense M. Schmidt. Ils ne se rattachent pas davantage aux roches éruptives basiques trouvées en formes de blocs exotiques dans le Flysch. Ces dernières paraissent bien antérieures au tertiaire.

Il n'y a que deux alternatives à considérer : Ou bien le grès de Taveyannaz a été produit par des volcans situés à proximité de ces dépôts, qui en sont les tufs. Ou bien ce sont des courants marins qui ont amené ces débris d'une région volcanique lointaine, à travers le chenal dans lequel le Flysch s'est déposé accompagné des faciès du grès de Taveyannaz.

Diverses considérations, l'uniformité de la composition, et le mélange extrême avec le Flysch, ainsi que l'absence complète de traces de centres éruptifs dans le voisinage, militent en faveur de la dernière alternative et les auteurs indiquent le Vicentin comme offrant des éruptions andésitiques qui pourraient bien être le point de départ des matériaux du grès de Taveyannaz.

Les éruptions de cette région ayant offert un caractère particulièrement basique à l'époque de la formation du Flysch, le mélange certain avec des éléments d'origine granitique est en rapport avec le transport lointain. Ils en rapprochent l'hypothèse qui consiste à faire venir de la région Lugano-Pedrazzo les blocs exotiques de granit, etc., trouvés dans le Flysch, et voient dans cette coïncidence une confirmation de leur supposition relative au grès de Taveyannaz.

Dans un résumé de ces mêmes études, les auteurs¹ font encore ressortir que le **grès de Taveyannaz** est plutôt un conglomérat qu'un grès à éléments minéralogiques; ils distinguent les divers types de roches constatés dans ces sédiments et se prononcent enfin bien franchement pour l'hypothèse de l'éruption volcanique pendant l'époque du Flysch.

La **Station préhistorique de Schweizerbild** a fourni un certain nombre de débris de roches. Celles-ci ont été examinées par M. GUTZWILLER², qui a pu reconnaître les roches suivantes :

Gneiss de Rofna,

Verrucano vert de la vallée du Rhin antérieur,

Gneiss de l'Adula,

Schistes lustrés,

Schistes séricitiques,

Gneiss granitique du Julier (Oberhalbstein),

Granites de l'Albula et du Julier.

Verrucano rouge.

Amphibolite eclogitique, avec beaucoup d'épidote (provenant du massif de l'Adula).

Quartzites jaunâtres.

Ces roches, généralement bien conservées, proviennent du terrain glaciaire du voisinage, qui date de la dernière glaciation, de même que les graviers qui supportent les couches de culture; contrairement à l'opinion de M. Steinmann, ces dernières seraient donc exclusivement post-glaciaires. (Voir partie stratigraphique.)

ROCHES CRISTALLINES.

Les études pétrographiques de MM. DUPARC et MRAZEC³ sur le **massif du Mont-Blanc**, ont relevé les faits nouveaux qui suivent :

¹ DUPARC et RITTER. Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec le flysch. *C.-R. Acad. des sciences Paris*, 8 avril 1895.

² Dr A. GUTZWILLER. Die erratischen Gesteine der prähistorischen Niederlassung zum Schweizerbild. *Denksch. der Schweiz. Naturf. Gesellsch.* 1895, XXXV, 183-194.

³ DUPARC et MRAZEC. Nouvelles recherches sur le massif du Mont-Blanc. *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, 1895, XXXIV, 312-327.

1. L'existence sur le *versant sud* du Mont-Blanc d'une zone, concordante en apparence, de *terrain houiller*, détritique fortement dynamo-métamorphosé. Ce sont des roches à élément feldspathique roulés, avec peu de quartz. Le feldspath est de l'orthose, plus rarement de l'albite. Ces éléments sont réunis par une masse schisteuse primitivement détritique, mais transformée par recristallisation, ou une association de paillettes de séricite et de grains de quartz ; à quoi s'ajoute du zircon, du sphène, un peu d'illménite et quelques grains de mica brun altéré. Aussi la structure du schiste houiller paraît au microscope sensiblement modifiée par la recristallisation.

2. Un schiste satiné, qui sépare les pyramides calcaires de l'Allée Blanche, est formé de petits grains détritiques de quartz, d'orthose, d'oligoclase, entourés d'une auréole de quartz grenu recristallisé, au détriment duquel ces grains semblent se nourrir. Ces roches rappellent certains schistes verts permien et sont probablement de cet âge.

3. Le *Mont-Chétif* et la *Montagne-de-la-Sarre*, qui sont la continuation l'un de l'autre, montrent une structure en anticlinal à *noyau éruptif*, formé de granit et de micro-granulites (granit-porphyre). Le premier a une forte ressemblance avec la protogine du Mont-Blanc. Les micro-granulites contiennent de grands cristaux bipyramidés de quartz, souvent corrodés ; les grands cristaux de feldspath sont souvent décomposés en quartz et séricite. La pâte à grain fin est formée essentiellement de quartz et de séricite.

4. Les *schistes liasiques* du *Val Vény*, de l'*Allée-Blanche* et du *Val Ferret* sont composés d'une association intime, fortement schisteuse, de grains de calcite avec quelques petits galets de quartz, d'orthose et de plagioclase, peu de muscovite et rarement des débris de tourmaline. Il y a des traînées d'une poussière opaque brune, formée par de l'illménite, de nombreuses aiguilles de rutile et des matières charbonneuses.

Dans diverses roches d'aspect gréseux l'élément calcaire prédomine.

5. La *partie SE du massif du Mont-Blanc*, portant les sommets voisins des glaciers du Triolet, du Pré-de-Bar et du Mont-Dolent, est formée d'une *protogine* d'un aspect un peu différent de celles du versant N. Le grain est plus fin, sans développement excessif des feldspaths ; le quartz dépasse à peine la dimension des autres individus. Cette prolongine renferme un mica particulier et manque de quartz granulitique. C'est un vrai granit, dont on trouve le type au Mont-Roux.

Au microscope, on reconnaît une biotite vert foncé, en pe-

tites lamelles, et des inclusions d'apatite, de sphène, de magnétite, de l'hématite et de l'allanite. L'oligoclase est assez abondante et l'orthose se trouve en grandes plages. Le quartz est exclusivement sous forme granulitique. Il y a un peu de calcite et d'épidote secondaires.

Ce *massif de granit* est traversé par de nombreux *filons de granulite*, visibles dans la paroi dominant le Val Ferret; ils appartiennent à un type presque à deux temps, que les auteurs ont déjà décrit antérieurement. Grands cristaux d'orthose et de quartz, entourés d'un magna cristallin granulitique.

À gauche du glacier du Pré-de-Bar se rencontre une *microgranulite* à deux temps. La première consolidation est représentée par un mica vert chloritisé avec sphène, magnétite, apatite et zircon.

6. Le *manteau cristallin* du massif du Mont-Blanc sur son versant nord, au-dessous des Grands-Mulets, est formé de roches, décrites tour à tour comme gneiss ou comme micaschistes. Le profil allant des rochers des Mottets par la Fiala et le Montanvert à l'Angle, jusqu'au contact de la protogine, a été étudié par les auteurs à l'aide de préparations microscopiques, afin de constater la vraie nature des roches qui le composent.

Le schiste *simulant l'aspect du gneiss*, qui se trouve à la base des Mottets, renferme des glandules d'orthose, de microcline, peu d'oligoclase, noyés dans une masse à structure parallèle, formée de quartz et de mica blanc. C'est donc un gneiss glanduleux que les auteurs considèrent comme un produit d'injections, feuillet par feuillet, avec large cristallisation feldspathique, sans que la nature de la roche primitive puisse être discernée. L'analyse donne à cette roche $\text{SiO}_2 = 68,60\%$ et $\text{Al}_2\text{O}_3 = 14,78\%$. De nombreux filons de granulite apparaissent au-dessous et dans leur voisinage. Les auteurs reconnaissent que le micaschiste est complètement granutilisé par imprégnation, et l'analyse donne à la roche $\text{SiO}_2 = 70,30\%$ et $\text{Al}_2\text{O}_3 = 16,09\%$, ce qui correspond presque à l'acidité d'une granulite.

Au-dessous de cette zone à filons de granulite le terrain redevient schisteux tout en restant gneissique, la teneur en SiO_2 tombe à $65,10\%$. Jusqu'à la Filier, les roches schisteuses sont plus ou moins injectées et granulitisées, et à l'approche du contact avec la protogine, l'injection devient générale et uniforme, en donnant aux roches cet aspect gneissique particulier. C'est cette circonstance qui a fait diviser les roches cristallophylliennes du Mont-Blanc en une zone interne de

gneiss et une zone externe de micaschiste; en réalité ce sont les *mêmes types de roches* qui se retrouvent dans toute l'épaisseur. Seulement, près du contact, la *granulitisation* est plus profonde.

Les auteurs distinguent *trois types* d'injection : par *imprégnation*, par *injection feuillet par feuillet*, et par *injection lenticulaire*. Dans ce dernier, ce sont souvent des lentilles de 3-12 centimètres de long qui simulent des gneiss œillés. Ces lentilles sont de la granulite pure, composée d'orthose et d'anorthose abondants, oligoclase, et microcline rares, quartz et apatite, le tout réuni par du quartz en grains polyédriques plus petits avec un peu de chlorite.

A l'Angle, près du contact, il y a de nombreux bancs de *leptynite*, roche très acide (Si O_2 74,25 % $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 17,50 %) et remarquable par sa teneur en soude (5,70 %).

Les observations faites le long de ce profil, attestent que *tout le manteau cristallophyllien du Mont-Blanc, dès le contact avec la protogine jusqu'à la vallée de Chamonix, est granulitisé* : les différents faciès résultent des injections plus ou moins complètes. C'est au contact même que l'injection est la plus complète. Chaque filon important provoque à son contact avec les roches schisteuses encaissantes une injection exagérée, imitant celle du contact avec la protogine. Il n'est pas possible de reconnaître dans ce complexe le faciès primitif de la roche schisteuse, ni d'y distinguer des niveaux différents.

Sur d'autres points les auteurs ont reconnu encore des roches appartenant à des types particuliers. Ainsi au *Mauvais-Pas*, ils citent des *schistes verdâtres*, formés d'une association feutrée de chlorite vert-pâle en paillettes et de séricite, avec une multitude de grains de sphène, de magnétite et d'hématite, le tout réuni par de petits grains de quartz. Cette roche est beaucoup plus basique (Si O_2 50,28 %, $\text{F}_2 \text{O}_3$ 16,01 %, $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 19,22 %).

Un second profil allant de la *Cascade de Blaitière*, jusqu'à la protogine, offre également des roches appartenant à des types analogues, que le microscope fait reconnaître comme *schistes granulitiques* (Si O_2 68 % et $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 16 %), *schistes glandulaires* (Si O_2 55 %, $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 19 %, $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ 11 %), etc., qui prennent dans le voisinage des filons de granulite une acidité exagérée (Si O_2 69 %). L'étude des diverses variétés de roches conduit aux mêmes conclusions.

Il est cité encore une *roche schisteuse en bancs minces*, qui contraste par sa faible granulitisation avec son entourage.

Elle est formée exclusivement de biotite verte, d'épidote et de quartz. Son contact avec la protogine est franc (SiO_2 59,30%, Al_2O_3 19,20%, Fe_2O_3 8,10%).

7. Sous le glacier du Pendant existe une zone de contact très bien visible et au col des Grands-Mulets se voit, dans la protogine, une enclave ou synclinal de schistes. Ce sont des micaschistes injectés, très irrégulièrement et toujours davantage sur leur bord, où l'injection feldspathique est encore manifeste, tandis qu'au centre on ne trouve plus que l'injection quartzeuse. Ce schiste est formé de biotite chloritisée avec de la zoïsité séricite, associée à du quartz flou; il est entrecoupé de lentilles de quartz granulitique.

8. A l'extérieur de la zone des micaschistes injectés du versant N du Mont-Blanc existe, à l'extrémité NW, un revêtement de schistes chloriteux et de cornes vertes. Les schistes chloriteux sont également injectés. Ils sont constitués par de la chlorite, de la séricite, du mica noir, des feldspaths et du quartz. La séricite se groupe ordinairement avec la chlorite en touffes radiées. Les schistes cornés ont un aspect pétrosilicieux de couleur jaune grisâtre; ils sont formés par un agrégat extrêmement fin de quartz, associé à des matières amorphes et de la magnétite.

Les amphibolites du glacier de Trélatête sont aussi traversées par des filons de granulites, et les inclusions amphibolitiques des granulites sont extrêmement intéressantes par la formation de trois zones concentriques, invoquant l'action modificatoire du contact avec la granulite. La zone extérieure foncée est formée par des prismes d'amphibole vert-noirâtre. La seconde est vert-clair et offre des cristaux d'actinote à structure radiée. La troisième centrale paraît grisâtre à l'œil nu. Elle manque d'ailleurs parfois. Elle contient des cristaux d'amphibolite noire, gisant au milieu de paillettes de talc, en compagnie de grandes lamelles de mica brun.

Quelques schistes chloriteux (Mont-Tendre) ont sous le microscope une structure manifestement détritique. Ces terrains représentent en tout cas la partie supérieure de la formation schisteuse.

M. R. SCHÆFER¹ a publié une étude géologique et pétrographique sur les **gabbros métamorphiques de la vallée de Saas**. C'est pour la première fois qu'une étude systématique de cet objet a été tentée et elle ne devait pas être extrêmement

¹ RAIMUND W. SCHÆFER. Ueber die metamorphen Gabbrogesteine des Allalingerbietes im Wallis. *Inaugural dissertation*. TSCHERMAKS *Mineralog. u. petrograph. Mittheil.* 1895, XV, 48 p., 3 fig., 1 carte.

facile, vu que les affleurements de ces roches sont situés dans une des régions des plus difficilement accessibles du Haut-Valais, entourés de grands glaciers à une altitude variant entre 3300 et 4000 mètres. Mais les affleurements se sont montrés si peu étendus et formés de roches si métamorphosées, qu'il a fallu avoir recours aux matériaux recueillis le long des moraines des glaciers qui descendent du massif.

Le gabbro, *visible en place*, n'occupe à l'Allalingrat qu'un espace fort petit, moins de deux kilomètres, sur une hauteur d'environ 600 mètres. Il forme l'escarpement sur le versant de Saas, au-dessous de l'Allalinhorn, 4034 m., qui s'élève sur l'arête séparant cette vallée de celle de Zermatt.

Le gabbro est accompagné d'un contingent de roches plus ou moins métamorphiques qui se rattachent évidemment à la même origine, comme les gabbros du Matterhorn, du Mont-Collon, les serpentines et schistes verts du Riffelhorn, la serpentine du Petit-Cervin et du passage du Saint-Théodule, ainsi que les serpentines de Stalden, du Monte-Moro et du Col d'Ollen.

L'auteur s'est attaché surtout à l'étude des gabbros provenant de l'arête de l'Allalin, qui se présentent comme un noyau au milieu d'une enveloppe de schistes amphiboliques et serpentineux, d'origine éruptive, et qui sont entourés à leur tour de gneiss et de micaschistes avec intercalations calcaires. Les *gabbros proprement dits* ne se trouvent que dans la moraine du glacier d'Allalin, descendant de la partie centrale du massif.

Malheureusement presque toutes les roches sont profondément transformées dans leur structure, comme dans leur composition chimique; une seule variété, un gabbro à olivine, à grain grossier, fait exception, c'est la seule roche normale de la région; mais elle passe à des formes nombreuses de transformations et modifications, dont le résultat final est une roche grossière de saussurite, smaragdite et talc, qui est le plus répandu des gabbros à saussurite de la région. D'autres sont riches en amphibole et saussurite, passant au gabbro normal; un troisième type est surtout formé de saussurite et talc et résulte d'un gabbro à olivine, pauvre en diallage (Forellenstein).

Le glacier du Schwarzenberg amène de même les matériaux du Weisshorn et du Strahlhorn, et le glacier de Fée dépose des moraines formées des débris provenant de l'arête postérieure d'Allalin, de l'arête verte et de l'Egginerhorn, du Mittaghorn et du Mischabel.

L'auteur décrit en détail les gisements des roches étudiées, l'Allaligrat et l'Allalinhorn, le Mittaghorn et l'Egginerhorn, enfin le Matterhorn.

Dans les définitions pétrographiques, il distingue en première ligne deux types de roches gabbroïdes, celles à structure grenue et celles à structure fibreuse ou fibro-ondulée (flaserig), qui offrent toutefois d'innombrables passages.

A. ROCHES A STRUCTURE GRENUÉ :

Gabbro normal, grossièrement grenu, quoique variable, à structure fluidale, à olivine, diallage brun-noir, et plagioclase (labradorite) en proportion variable; l'olivine est peu décomposée, ordinairement entourée d'auréoles fibro-rayonnantes d'amphiboles, au contact de la labradorite, mais jamais du côté du diallage.

Ce gabbro ne renferme pas d'apatite, sauf quelques pyrites, il est exempt de minerais.

Le *gabbro saussuritisé*, se place à côté du précédent par son grain et sa structure, mais il en diffère complètement par le remplacement de la labradorite par la saussurite. Il y a en outre de l'amphibole verte, qui occupe la forme cristalline du diallage, soit à l'état d'actinote, soit comme smaragdite d'un beau vert. Un mélange de talc, actinote et grenat, contenant des restes d'olivine, se trouve sous forme de masses arrondies. Ce mélange résulte certainement d'une transformation de l'olivine.

Il y a en outre les variétés suivantes :

- a) Roche à saussurite, smaragdite, talc, trémolite et grenats.
- b) Roche à saussurite, biotite, smaragdite, talc, actinote et grenat.
- c) Roche comme *b*, mais sans smaragdite.
- d) Roches à saussurite et amphibole, sans le mélange de talc, amphibole et grenat.
- e) Roches pauvres en saussurite, souvent associées à la variété contenant ce minéral en abondance et représentant des traînées plus basiques.
- f) Roche grossièrement grenue à saussurite et diallage, entremêlés de grains de rutil, grenat et pyrite. Le grenat est souvent extrêmement abondant, même à l'intérieur du diallage.

Roches à amphibole glaucophanoïde, éclogite, pro parte.

- a) Roche composée d'amphibole et feldspath, de l'Allaligrat postérieur; l'amphibole est très semblable à la glaucophane. Rutil, titanite, épidote, grenat et pyrite.

b) Roche à amphibole et épidote.

c) Eclogite à amphibole bleu-noir, pyroxène vert-clair, grenat brun-rouge et rutile, localement pyrite et magnétite.

B. ROCHES A STRUCTURE FIBRO-ONDULÉE : Ne se trouvant jamais à l'état frais et intact, la décomposition saussuritique est partout complète. Dans les types de passage, le feldspath s'est montré être un albite mêlé de zoïsité, l'amphibole verte n'a pas la forme du diallage et constitue des masses lenticulaires dans la saussurite. Mica paragonite. Les variétés tout à fait fibreuses et schisteuses représentent des amphibolites à zoïsité, composés d'un mélange de zoïsité, albite, lentilles d'actinote et clinochlore. Localement ces roches contiennent de l'ottrelite ; alors le feldspath et les composants verts diminuent et la zoïsité augmente.

Les *schistes verts* ne peuvent pas nettement se séparer des roches gabbroïdes fibreuses et schisteuses. Ils sont caractérisés par la présence de lentilles blanches, de zoïsité, feldspath et épidote, comprises dans un mélange d'amphibole et de clinochlore. L'épidote, la zoïsité, l'amphibole et le clinochlore sont idiomorphes par rapport au feldspath.

Des roches analogues ont été trouvées à l'Egginerhorn, au sommet de l'Allalinhorn, au Mittaghorn. Au Strahlhorn, elles contiennent en abondance du grenat, de même qu'au Hinterallalinhorn.

Un schiste vert de Gletscheralp est très riche en prismes et grains d'apatite.

Au Mischabeljoch existe un schiste vert, riche en amphibole et contenant une biotite.

Le schiste chloriteux à l'extrémité du Riffelhorn, contient des cristaux idiomorphes de trémolite, magnétite et dolomie, disséminés dans la masse fondamentale chloritique.

Les *serpentes à humite* se montrent au Rhymphischhorn, au Fluchthorn, au Grünergrat, à la Langefluh et au Hinterallalinhorn. Tantôt massives, tantôt schisteuses, ces roches passent de mille manières à l'éclogite et aux schistes chloriteux, talqueux et actinolitiques. Il n'a pas été possible d'y trouver de l'olivine intact. Il y beaucoup de pyrite, de la magnétite, parfois du diallage. Mais le fait le plus caractéristique est la présence de deux minéraux monoclines de la famille de l'humite, qui se présentent sous forme d'agglomérations irrégulières allant du brun-rouge au jaune-clair ; ou bien ce sont des cristaux prismatiques.

Dans un coup d'œil rétrospectif, l'auteur attribue au dyna-

mométamorphisme la transformation profonde de toutes ces roches, de leur saussuritisation d'une part et de leur schistosité périphérique d'autre part. Les serpentines à humite proviennent probablement de roches à péridot.

L'auteur s'occupe en dernier lieu de divers *types de roches gabbroïdes du Matterhorn*. Un véritable *gabbro* se trouve entre 3300 et 3600 mètres, sous forme d'une lentille sur la face W de la pyramide. C'est une roche grossièrement grenue, composée de plagioclase, et diallage. Le premier ordinairement saussuritisé. Le gabbro est entrecoupé de filons acides euritiques d'aspect aplitique et formé de feldspath et quartz à grain fin.

Le *gabbro à olivine* du Matterhorn est à grain fin et manque de filons acides; il contient des minéraux blancs et foncés (olivine, pyroxène noir et feldspath blanc).

Au sommet existe un banc de *roche verte*, en partie massive, en partie schisteuse, dont le fond est une amphibole actinolitique, clinochlore, puis zoïsité, peu de plagioclase et quelques paillettes de mica et talc; ce serait un *amphibolite à plagioclase et clinochlore*.

3^e PARTIE. — GÉOLOGIE DYNAMIQUE

par LÉON DU PASQUIER.

Actions et agents externes.

Sédimentation. — Erosion et Corrosion. — Sources. — Lacs. — Glaciers.

Sédimentation.

Les singulières **buttes** ou « **Thomas** » de la vallée du Rhin, entre Coire et Reichenau, sont considérées par les uns comme des pointements de roche en place, fortement désintégrés à la surface, par d'autres, comme des restes d'anciens éboulements.

M. TARNUZZER¹ en a fait le sujet d'une étude. Ces buttes s'élevant, nettement délimitées, du fond de la vallée, atteignent quelquefois 75 mètres de hauteur. Dans les coupes

¹ Die Thomalandschaft von Chur, Ems und Reichenau (*Der freie Rhätler* 1894. Nos 288-294).