Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 7 (1901-1903)
Heft: 6

Artikel: IIe partie, Minéralogie et pétrographie
Autor: Schardt, H.
Kapitel: Pétrographie
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-155940

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

nite, provenant de la dolomite du Binnenthal (Valais). On n'en connaît jusqu'ici que quelques cristaux prismatiques très petits. Il en donne de nombreuses déterminations cristallographiques. Cette espèce est très semblable à la bournonite et ressemble aussi aux sulfides de ces mêmes gisements du Binnenthal. Il est probable, d'après les analogies cristallographiques, que la seligmannite n'est autre chose que la combinaison arsenicale correspondante à la bournonite.

Pétrographie.

Roches cristallines éruptives. — M. BONARD[1] a soumis les **roches du soubassement cristallin de la Dent de Morcles** à une étude pétrographique détaillée. On sait que M. Golliez avait admis dans la zone cristalline coupée en deux par la vallée du Rhône et qui supporte de part et d'autre les plis couchés des Dents de Morcles et des Dents du Midi, une succession de plis anciens, ce qui ressortirait des répétitions de roches semblables en bandes parallèles, dessinant autant de plis isoclinaux écrasés. M. Bonard a étudié au laboratoire de l'Ecole des mines de Paris les échantillons recueillis par M. Golliez, sans autrement s'occuper de leur gisement, et sans les comparer avec celles d'autres massifs.

M. Golliez avait classé les roches du soubassement cristallin des Dents de Morcles en deux complexes : les cornes vertes (schistes chloriteux) et un complexe de schistes cristallins. Il y a dans toute cette zone d'innombrables injections filoniennes. Ce sont ces dernières roches-là que l'auteur a soumis à l'étude pétrographique, en attendant d'étendre ses recherches aussi sur les schistes cristallins et les cornéennes. Il a pu distinguer :

I. Roches de magma granitique.

A. GRANITES PROPREMENT DITS.

Ils présentent un grain fin, moyen ou grossier. Lorsque les cristaux de feldspath atteignent 3 cm. de longueur, la roche prend l'aspect d'un granite porphyroide. Les micas sont disposés par paquets ou traînées; la biotite chloritisée. Plu-

[1] ARTHUR BONARD. Etude pétrographique des roches éruptives du soubassement cristallin des Dents de Morcles-Dents du Midi. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XXXVII, 1901, 273-342. *C. R. Soc. vaud. sc. nat.*, 6 mars 1901. *Archives Genève*, XII, 1901, 421.

sieurs types renferment des grenats ayant la couleur de l'almandin.

Le dynamométamorphisme a laissé partout des traces très appréciables, visibles sur les cristaux de feldspath tordus, le quartz et le feldspath écrasés, les micas orientés suivant le plan de lamination. Formation de quartz secondaire recristallisé pénétrant dans les fissures. Les éléments de ces granites sont :

Essentiels : feldspaths, alcalins et quartz.

Accessoires : biotite, apatite, tourmaline, zircone, magnétite.

Secondaires : chlorite, moscovite, calcite, sphène, grenat, cordierite, rutile, ilmenite, feldspaths alcalins, orthose, microperthite, microcline, oligoclase, albite.

B. Aplites granitiques et microgranites.

Les *aplites granitiques* ont un aspect très homogène avec une couleur blanc-bleuâtre. Les unes ont des taches vertes et paraissent plus laminées; d'autres, de couleur plus claire, sont moins laminées et ont un grain moyen.

Les composants *essentiels* sont : la microperthite et le quartz, *accessoirement* de l'oligoclase, albite, biotite et apatite. zircone en grains rares avec chlorite secondaire.

Les *microgranites* sont ceux du vallon de Saint-Barthélémy et du Luisin. L'auteur les classe en 4 groupes[1] :

1. Pâte rouge et feldspaths blancs; 2. Pâte blanche et feldspaths rouges; 3. Pâte blanche ou grise et feldspaths blancs; 4. Pâte rouge et feldspaths rouges.

Il constate que ces microgranites ont une structure porphyrique très prononcée. La pâte, quelque fin que soit son grain, est toujours résoluble, c'est-à-dire non felsitique. Elle est plus fine vers la salbande qu'au milieu. Localement, on constate une structure micropegmatitique (granophyrique).

Les minéraux *essentiels* du premier temps sont : le feldspath alcalin, le quartz.

Accessoires : biotite, apatite.

Secondaires : moscovite, chlorite, sphène, fer titané, calcite et feldspaths alcalins.

Le quartz offre de remarquables phénomènes de résorption magmatique.

[1] Ce sont évidemment les roches qui, jusqu'ici, ont été décrites sous le nom de porphyres quartzifères. Ce sont des *porphyres granitiques* (Granitporphyr des Allemands) et microgranulites de M. Duparc. H. Sch.

Les éléments de la pâte sont : feldspaths alcalins (orthose, microperthite, oligoclase, albite), quartz et moscovite.

D'autres microgranites examinés proviennent des flancs des montagnes de chaque côté de la vallée entre Saint-Maurice et Martigny. On peut les grouper aussi en quatre types analogues aux précédents, mais moins bien tranchés. Il y a en particulier un type à feldspath rose et pâte verte. La structure porphyrique est aussi nette que chez les porphyres de Saint-Barthélémy, mais la pâte est souvent granophyrique.

II. Roches de magma syénitique.

Ce sont des roches microsyénitiques à microcline microperthitique et oligoclase-albite. Couleur blanche avec ponctuation de chlorite verte.

Il y a des cristaux du premier temps qui sont :

Essentiels : feldspaths alcalins.

Accessoires : quartz, apatite.

Secondaires : chlorite, sphène, fer titané.

La pâte est microgrenue, formée d'orthose, fortement kaolinisée et allotriomorphe.

III. Roches de magma dioritique.

Diorites à andésine basique, mica et quartz, ne se distinguent guère à l'œil d'un granite à grain moyen.

Texture granitoide nette, sans quartz divisé. Les éléments constitutifs sont :

Essentiels : andésine basique, biotite, quartz.

Accessoires : apatite, allanite, zircone.

Secondaires : chlorite, moscovite, ilmenite.

L'auteur a donné de chaque minéral de ces diverses roches des diagnoses détaillées et relevé de nombreux détails intéressants et fort curieux parfois. Il ne nous a pas été possible, naturellement, de le suivre dans cette analyse.

M. Baltzer[1] a constaté que la **protogine de la Mieselen** (massif de l'Aar) prend, dans le voisinage du gneiss séricitique, un grain plus fin et une couleur plus claire, par diminution de la biotite.

La structure microscopique de la roche accuse un mélange

[1] Baltzer. Ueber die aplitische randliche Facies des Protogins an der Mieselen, Lauteraargletscher. *Mitteil. naturf. Ges. Bern*, 1901, 70-72.

allotriomorphe de quartz, orthose avec plus de microcline et encore moins de plagioclase; peu de biotite; forte cataclase.

La cataclase est tout aussi intense que dans la protogine. C'est une roche à grain plus fin que la protogine et plus acide que celle-ci. On pourrait la nommer *protogine aplitique.*

Au contact avec le gneiss se montre le Siebengang, un filon ainsi nommé par Studer à cause de la forme du chiffre 7, qu'il présente de loin sur la paroi rocheuse. C'est une roche plus grossière que l'aplite, ressemblant à la protogine, mais plus riche en microcline, avec forte cataclase des composants. M. Baltzer avait admis primitivement qu'il s'agissait d'un effet d'étirement, soit d'un « pseudo-filon ». Mais aujourd'hui il est convaincu que le Siebengang est bien un filon, dont cependant il est difficile de s'expliquer le grain plus grossier que celui de l'aplite voisine.

Le **Gneiss granitique du Roc Noir** dans le massif de la Dent Blanche a fait l'objet d'une étude pétrographique de M. Milch [1]. L'auteur rappelle que Studer a déjà mentionné la dite roche sous le nom d'*arkésine* en la qualifiant de *granite talqueux avec amphibole.* Jurine avait nommé « arkésine » une roche du massif du mont Blanc, composée de quartz, feldspath, amphibole, stéatite et chlorite. Guyot, en parlant des roches de l'erratique du glacier du Rhône, qualifie d'arkésine une roche composée d'une pâte schisteuse et talqueuse ou chloritique vert-jaunâtre, avec nombreux cristaux de quartz, feldspath et amphibole.

Studer avait, d'autre part, exprimé la supposition que le gneiss talqueux ou arkésine était un produit du métamorphisme des schistes sédimentaires. L'arkésine ne serait qu'une forme plus cristalline du gneiss talqueux. Tandis que Jurine avait indiqué le feldspath comme un des composants essentiels, Studer lui attribue plutôt un rôle subordonné. Il tend à ranger l'arkésine plutôt dans le groupe des gneiss que dans celui des granites. Il est difficile d'extraire une définition claire et nette de la roche en question des nombreuses mentions que Studer en a faites.

La définition qu'en donne Gerlach est plus juste, sauf qu'il semble se rallier à l'opinion de Studer sur la genèse de cette roche. Il ne considère pas l'arkésine et le gneiss talqueux comme des roches d'origine différente, mais ne voit

[1] L. Milch. Ueber den Granitgneiss vom Roc Noir (Massiv der Dent Blanche, südwestl. Wallis). *N. Jahrb. f. Min., Geol.*, etc., 1901, I, p. 49-88.

entre eux qu'une différence de structure. D'après lui, l'arkésine fait partie des gneiss talqueux. En se basant sur une analyse de G. v. Rath, d'où résulte que le minéral vert feuilleté de l'arkésine et du gneiss talqueux n'est pas du talc, ni de la chlorite, mais plutôt du mica séricite, avec un peu de talc, Gerlach a introduit depuis lors le nom de *gneiss d'Arolla*, en lieu et place de gneiss talqueux, tout en conservant la dénomination d'arkésine pour des variétés plus granitoides qui seraient de véritables granites amphiboliques. M. Milch supposait donc qu'il y aurait de l'intérêt à étudier à fond ces roches en question, en vue de démontrer si vraiment elles sont d'origine éruptive, ainsi que cela paraît ressortir des définitions de Gerlach et de G. v. Rath, et non sédimentaires métamorphiques, comme le supposait Studer.

Trois preuves de l'origine éruptive ont pu être constatées par M. Milch. Ce sont : 1° La nature pétrographique de la roche ; 2° la présence de ségrégrations basiques, et 3° des inclusions schisteuses.

Le gneiss. La plupart des variétés du gneiss d'Arolla dans la région étudiée (environs de Zinal) sont fortement schisteuses, quoique localement le caractère massif soit assez prononcé. Même les variétés en apparence les plus intactes, ayant un aspect bien granitoide, présentent dans toute leur masse des traces évidentes de la compression, sous forme de traînées jaune-verdâtre ou vert foncé, qui déterminent un clivage principal dans la roche.

La composition minéralogique est absolument celle d'un *granite amphibolique.* On reconnaît sous le microscope, dans une roche du Besso, une amphibole brun-verdâtre, passant au bleu-verdâtre. La biotite ne se retrouve plus, mais doit avoir existé primitivement en petite quantité (traînées troubles non résolubles, litées dans du mica incolore et remplissant les intervalles entre les traînées vertes).

Les feldspaths ont le plus souffert du dynamométamorphisme. Peu de cristaux sont indemnes. Leur décomposition, à la fois mécanique et chimique, a produit un mélange de séricite, quartz, épidote, calcite, etc., qui forme, avec les restes du feldspath broyé, les traînées vertes de la pâte de la roche. Le quartz, en gros grains, est toujours fragmenté avec extinction onduleuse. Il y a accessoirement de la titanite, souvent épidotisée, et peut-être de l'orthite. Dans les variétés à décomposition fort avancée, on trouve des cristaux d'origine récente de feldspath potassique, quartz, bio-

tite et amphibole, au milieu des restes de la roche primitive. Voir analyse I du gneiss d'Arolla à la fin de l'article.

Cette roche est modérément acide et appartient au groupe *granitodioritique*.

Une variété du Grand Cormier, un peu plus schisteuse, diffère de celle du Besso par la décomposition inégale des feldspaths; l'amphibole a, au contraire, bien résisté; la biotite paraît avoir été primitivement plus abondante.

Parmi les variétés du Roc Noir, la plus massive a un aspect porphyrique et fibro-ondulé. Mais cet aspect provient de la décomposition d'une partie des feldspaths qui sont entrecoupés par des traînées vertes, ce qui détruit leur individualité et constitue, avec les autres produits de décomposition, une espèce de pâte verdâtre, contenant du quartz et du feldspath intact. Cette roche contient aussi de la titanite et de l'orthite. (Analyse II.)

Une autre variété du Roc Noir se distingue par de grands cristaux de feldspath ayant jusqu'à 5 cm. de longueur, avec forme cristalline bien conservée, d'où un aspect également porphyrique de la roche. Les grands cristaux de feldspath sont du feldspath potassique qui a cependant subi une décomposition, soit une régénération assez avancée.

Une troisième roche, aussi du Roc Noir, présente, à côté de la schistosité normale, une fissuration transversale, ce qui fait penser à l'auteur que peut-être la roche a subi deux temps de compression successifs ayant agi différemment.

Cette même localité a fourni encore une variété acide, avec moins de masse fibreuse verte et prédominance des minéraux verts, quartz, feldspath potassique et plagioclase en petits grains, avec peu de décomposition chimique, quoique le tout fragmenté. L'analyse atteste qu'il s'agit d'une roche à faciès plus acide. (Analyse III.)

Une roche schisteuse, ressemblant à un schiste chloriteux, qui doit avoir subi un écrasement plus avancé, doit être groupée à la suite de celle-ci, de même une roche également schisteuse, dans laquelle l'action dynamique et la transposition chimique des éléments ont eu une part égale dans la genèse de la structure feuilletée. (Analyse IV.)

Toutes ces roches ne forment qu'un groupe, soit une association issue d'un magma granitique qui a subi des effets variés du dynamométamorphisme.

Il y a aussi des *ségrégations basiques* qui sont représentées par des parties d'un vert plus foncé qui tranchent nettement avec la roche principale. Elles se composent aussi d'amphibole brun-verdâtre en cristaux plus petits que ceux de la roche principale, mais identique à l'amphibole de cette dernière. Il y a en outre du plagioclase et du feldspath non strié. Le quartz paraît provenir de la décomposition du feldspath. La titanite et l'orthite s'y retrouvent également. Au contact avec la roche principale se trouve une zone de cristaux plus grands, soit de feldspath, soit d'amphibole, qui entourent la ségrégation en forme d'auréole. Ces ségrégations ou traînées basiques ont un caractère lamprophyrique qui les rattache cependant à la roche principale par la richesse en potasse. (Voir analyse V.)

L'auteur a examiné aussi diverses *inclusions schisteuses* verdâtres de forme lenticulaire, qui ont l'aspect de fragments étrangers, entraînés dans le magma fondu, au moment de son intrusion. Les éléments constituants sont du mica clair, de l'épidote en petits grains, du mica verdâtre et de petits prismes d'amphibole bleu-verdâtre clair. L'analyse montre qu'il s'agit d'une roche primitivement argileuse calcaire. (Analyses VI et VII.)

Le gneiss se prolonge aussi, mais rarement, dans les inclusions schisteuses, en forme de filons de faible épaisseur, toujours fortement dynamométamorphosés et plissés avec le schiste.

Enfin, M. Milch décrit un filon d'*aplite* du Roc Noir, composé de quartz, feldspath potassique et plagioclase, avec épidote et chlorite, dérivant probablement des composants colorés. Le feldspath est parfois granophyrique. Le dynamométamorphisme y est aussi très prononcé. (Analyse VIII.) Ce filon offre dans ses diverses parties des variétés différant par leur grain et par leur composition minéralogique, dont une se rapproche de la roche principale.

En résumé, l'auteur conclut que *le gneiss d'Arolla du Roc Noir est d'origine éruptive* et présente la composition d'un *granite amphibolique*, passant à la diorite quartzifère. C'est donc un représentant acide de la série granito-dioritique. Les inclusions schisteuses étrangères prouvent que le granite est plus récent que les schistes ambiants.

Voici les analyses indiquées par l'auteur ; elles ont été exécutées au laboratoire de chimie de l'Université de Breslau :

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
SiO_2	66.3	69.8	73.9	71.4	52.4	56.3	54.4	75.9
Al_2O_3	16.9	17.9	11.3	14.5	19.5	18.9	16.9	10.5
Fe_2O_3	5.4	2.8	3.2	2.4	7.3	4.9	5.8	1.8
FeO	1.4	1.1	1.2	1.4	4.2	1.1	1.3	1.9
MgO	1.9	0.6	1.6	1.1	2.2	2.2	2.8	1.7
CaO	2.6	3.4	4.2	2.7	6.9	7.3	9.5	3.4
Na_2O	2.7	1.4	1.2	2.4	1.9	2.2	2.8	1.7
K_2O	0.4	2.2	2.6	3.1	3.8	5.2	4.4	2.2
H_2O	1.5	0.8	1.0	0.9	1.5	1.6	2.2	1.2
	99.1	100.0	100.2	99.9	99.7	99.7	100.1	100.3

M. Bonney [1] a attiré l'attention sur la variabilité des **Euphotides** de la vallée de Saas. Leur pyroxène est parfois du diallage, parfois remplacé par de l'amphibole ou, le plus souvent, par de la smaragdite. Le feldspath est intermédiaire entre l'orthose et la saussurite. Le grenat est fréquent, ainsi que le mica.

Nous devons à M. Preiswerk [2] une étude pétrographique sur la **Serpentine du col du Geisspfad** (Valais). Il constate dans une note préliminaire que l'extension de cette masse éruptive est en réalité double de celle indiquée sur la carte géologique suisse au 1 : 100000.

Contrairement à ce qui avait été admis jusqu'ici, la serpentine ne forme pas une masse reposant dans un synclinal du gneiss, mais elle pénètre en concordance dans la roche voisine qui est le gneiss exclusivement.

La roche elle-même dérive d'une *dunite*, ainsi que l'a prouvé l'existence d'un noyau de roche intacte non serpentinisé, situé presque au centre de la masse. La roche périphérique avait probablement une autre composition et devait être riche en diallage.

A côté de la serpentinisation, on constate aussi la transformation de l'olivine et des pyroxènes en antigorite.

La trémolite est un autre produit de décomposition qui ne manque presque jamais.

M. L. Duparc avait signalé dans cette serpentine une « matière colloide » isotrope que M. Preiswerk voudrait considérer plutôt comme un produit intermédiaire entre la serpen-

[1] *C. R. Soc. géol. Londres*, 4, XII. 1901.

[2] H. Preiswerk. Der Serpentin vom Geisspfad (Ober-Wallis). *Ecloqæ geol. Helv.*, VII, 1901, 123-125.

tine et la chlorite, soit un mélange intime de ces deux minéraux.

La métamorphose chimique est accompagnée partout, surtout dans la zone touchant au gneiss, d'une métamorphose mécanique visible sur les composants sous le microscope et dans la structure par la formation de serpentine schisteuse.

Dans une étude plus complète, M. PREISWERK [1] donne sur ce gisement des détails plus nombreux, notamment sur l'âge présumé de cette masse éruptive et sur les variétés diverses de roches aujourd'hui confondues en une seule masse serpentinisée.

Il discute à fond la question de savoir si la serpentine du Geisspfad appartient au gneiss ou plutôt aux schistes lustrés mésozoiques, comme nombre d'autres roches vertes des Alpes, telles que les schistes amphiboliques, chloriteux, prasinites et notamment la masse de serpentine intercalée dans les schistes lustrés près de Viège.

Il cite l'opinion de Bernhard Studer, qui s'était déjà posé cette question et qui admettait qu'en général les serpentines et roches vertes font partie du groupe des schistes calcaires. Pour la masse du Geisspfad, tout en admettant qu'elle peut appartenir au groupe des gneiss, Studer incline plutôt à la aux schistes calcaires.

La masse principale de la serpentine constitue des rochers déchirés et sauvages, qui couronnent l'arête entre le Fleschenhorn et le Pizzo Fizzo (2742 m.), sur une longueur d'au moins 5 km.

A sa base, la serpentine est en contact constant avec le gneiss, qui constitue une sorte de cuvette évasée, dans laquelle gît la masse serpentineuse; le flanc N du synclinal est plus incliné que le flanc S, localement même déjeté et renversé. Dans le sens de la longueur, on constate également un plongement centriversal, en sorte que la masse de serpentine gît réellement dans un fond de bateau en demi-fuseau. Plus à l'ouest, la situation se complique par une masse de gneiss qui vient se superposer à la serpentine. Ce gneiss supporte à son tour du schiste calcaire avec amphibolites, le tout en position presque horizontale, avec relèvement sur les bords, surtout du côté N, comme le socle gneissique. La masse de serpentine entre le Schwarzhorn et le Geisspfad, et celle qui est subordonnée au gneiss du Cherbadung, sont

[1] H. PREISWERK. Ueber Dunitserpentin am Geisspfadpass im Ober-Wallis. *Inaugural Dissertation*, Bâle. 1901.

évidemment en connexion directe. Du côté de l'W et au SW, la serpentine se termine en coin par la fusion du gneiss supérieur et de l'inférieur. Le gisement aurait conséquemment la forme d'une intercalation lenticulaire.

Mais au sommet du Cherbadung on retrouve de la serpentine, soit sous forme de lentilles dans le gneiss, soit dans le voisinage de deux lits de schistes calcaires qui sont intercalés au gneiss, mais sans entrer en contact avec ces schistes.

Au point de vue pétrographique, l'auteur reconnaît en première ligne que la serpentine change de structure et de composition depuis le contact avec le gneiss vers le centre de la masse. Au contact il y a des roches amphiboliques et aussi des roches talqueuses (pierre ollaire), puis des roches serpentineuses schisteuses. Dans les lentilles accessoires et dans la partie amincie de la grande masse intercalée dans le gneiss, tout l'ensemble a la structure schisteuse. Dans la grande masse, le centre est massif. La serpentine schisteuse conserve extérieurement la couleur verte, tandis que l'autre se couvre à la surface d'un enduit couleur rouille. L'intérieur de cette dernière est, en outre, vert olive ou gris. Dans le centre du massif, la serpentine est absolument compacte, sans clivage, ni délit. Les plans de clivage, qui conduisent peu à peu à la schistosité périphérique, sont toujours parallèles au plan de contact avec le gneiss ambiant.

La partie centrale de la masse de serpentine peut être qualifiée, d'après son aspect, de *serpentine tachetée et marbrée*, qui devient localement *absolument compacte et grenue, sans orientation des composants* (hypidiomorphe grenue).

Les parties périphériques, plus vertes, donc plus serpentinisées, sont, ou bien des *serpentines feuilletées*, ou bien des *serpentines tachetées de blanc*, qui renferment localement des *diallagites*. On peut, d'après cela, établir le groupement suivant :

1. Dunites grenues sans direction 2. Dunites marbrées	partie centrale.
3. Serpentines tachetées . . . 4. Diallagites . . . . . . 5. Serpentines feuilletées . . .	parties périphériques.

Les *dunites grenues*, visibles entre le Rothorn et le Schwarzhorn, contiennent de l'olivine (péridote) intacte ; ce sont donc les parties les moins serpentinisées du massif. L'olivine est allotriomorphe. Lorsqu'elle est fissurée par dynamométamorphisme, elle présente l'extinction onduleuse.

L'analyse prouve que ce minéral, qui est presque incolore, est bien de l'olivine. Localement, il y a un pyroxène presque incolore aussi (diallage) et naturellement des oxydes de métaux lourds (chromite). On peut donc considérer comme roche mère de la serpentine une *dunite typique* et une dunite avec chromite et diallage passant à la *wehrlite*. M. Duparc avait déjà exprimé l'opinion que la serpentine du Geisspfad dérivait d'une roche péridotique qu'il a désignée comme lherzolite; l'absence de bronzite ne justifie cependant pas cette dénomination.

Aucune des roches n'est entièrement intacte. L'olivine est toujours plus ou moins serpentinisée, en partant de la périphérie des grains et le long des fissures qui parcourent ceux-ci.

La déformation mécanique de l'olivine n'est cependant pas nécessairement en relation avec la transformation chimique. Des grains d'olivine complètement broyés sont parfois libres de toute serpentinisation.

M. Preiswerk a examiné le minéral isotrope que M. Duparc avait désigné par « matière colloide. » Il est arrivé à la conclusion que ce n'est pas un minéral isotrope, mais bien plutôt un aggrégat microcristallin d'un minéral à faible biréfringence, tel que la chlorite. Voici l'analyse chimique sommaire d'une de ces dunites pyroxéniques centrales du massif: SiO_2 = 41,65 %; Al_2O_5 = 1,47 %; Fe_2O_5 = 2,03 %; Cr_2O_3 traces; FeO = 6,49 %; CaO = 1,72 %; MgO = 42,26 %; H_2O = 3,82 %. Total 99,44. C'est donc une roche composée essentiellement d'olivine.

Les *dunites marbrées* (flaserige Dunite) ne diffèrent des précédentes que par le degré plus avancé du métamorphisme dynamique. Tout y est plus broyé et laminé, et la proportion de minéraux secondaires, notamment de la matière dite isotrope (chlorite), est plus grande. Le produit serpentineux de la décomposition chimique présente, dans certains cas, les caractères de l'antigorite et paraît lui être identique. Il y a même probabilité que la matière dite isotrope, considérée comme chloritique, n'est qu'un intermédiaire entre la chlorite qui est négative et l'antigorite qui est positive.

Les *serpentines tachetées*, qui avoisinent la partie centrale du massif, n'offrent que peu de minéraux intacts. Le composant essentiel est de l'*antigorite* à structure réticulée caractéristique pour les serpentines alpines, associée à un amphibole incolore, — également un produit secondaire, — dont

les cristaux atteignent jusqu'à 1 cm. de longueur. A côté de cela, il y a aussi un pyroxène primaire (diallage ?). Les serpentines tachetées sont moins riches en MgO que la roche centrale, ainsi que le prouvent les analyses de M. Duparc (30-35 % MgO), et plus riches en oxyde de fer (Fe_2O_3 4-8 % ; FeO 4-6 %). A la périphérie, la dunite passe donc à une roche voisine de la wehrlite et de la diallagite.

4. Quant aux *diallagites*, qui contiennent des cristaux de ce minéral pouvant avoir jusqu'à 5 cm. de longueur, on ne les connaît que du pied NE du Crempiollo, où les éboulis en offrent de fort beaux types. Le diallage forme presque toute la roche dans certains cas, d'autre fois la serpentine prédomine. Le diallage tend à se décomposer en amphibole incolore, ayant la même orientation cristallographique que le pyroxène.

5. Les *serpentines feuilletées*, dont la structure schisteuse est en relation avec l'orientation des feuillets de l'antigorite, se composent, outre ce minéral, de trémolite (restes du pyroxène), de calcite et d'oxyde de fer, tel que magnétite. Des schistes chloriteux avec cristaux de magnétite ayant jusqu'à 1 cm. de diamètre, sont étroitement liés aux serpentines feuilletées.

6. Les *roches amphiboliques* formant l'enveloppe intermédiaire entre le gneiss et la serpentine, n'atteignent qu'une épaisseur de quelques mètres au maximum. Elles se composent de prasinites, roches à amphibole et plagioclase, avec épidote, chlorite, titanite, etc., qui touchent directement d'une manière très tranchée à la serpentine, qui s'enrichit souvent de trémolite sur une certaine épaisseur. Le gneiss, de son côté, est influencé par ce contact; il s'enrichit d'un pyroxène jaune (diopside) qui donne à la zone de contact l'aspect d'une auréole jaunâtre. On y rencontre aussi de l'amphibole.

La serpentine renferme toute une série de roches accessoires et des formations minérales cristallisées dans les fissures.

Des filons de prasinite granatifère permettent de supposer la présence primitive de filons de Gabbro. Il y a dans la serpentine des inclusions formées de grenat et de pyroxène à structure cornéenne.

Dans les filons et fissures on a constaté : préhnite, pennine, grenats verts, asbeste avec cristaux de titanite et de grenat.

L'auteur conclut, au point de vue de la situation du gisement : Lors même que la connexion de la serpentine du Geisspfad avec les formations mésozoiques ne saurait être déclarée impossible, son contact constant avec le gneiss et la modification que cette dernière roche a subie le long du contact, prouvent que la roche mère de la serpentine (dunite, diallagite) a été injectée dans le gneiss. Les dislocations ont imprimé à cette roche une structure feuilletée qui s'accentue vers la périphérie, simultanément avec les décompositions chimiques, dont sont résultés la serpentine (antigorite), trémolite, chlorite et un minéral isotrope intermédiaire entre la chlorite et l'antigorite.

M. Kæch[1] a remarqué que les **porphyres** de la région de Lugano avaient, à plusieurs reprises, fait l'objet d'études pétrographiques, tandis que ceux de la région entre le lac de Lugano et le val Sesia n'ont jamais fait l'objet d'un travail d'ensemble. Pour le moment, l'auteur ne donne qu'un résumé des recherches qu'il a entreprises en vue de combler cette lacune.

La base des roches triasiques est formée, dans cette région, par les roches porphyriques qui se superposent à leur tour aux schistes cristallins fortement redressés. Quant aux roches porphyriques, leur situation diffère de celle des environs de Lugano par la faible représentation des porphyrites qui n'apparaissent qu'au fond des sillons d'érosion les plus profonds. Ils sont toujours privés de cristaux de quartz. Les porphyrites supportent des brèches et des conglomérats porphyritiques qui passent à des grès porphyritiques.

Les porphyres quartzifères sont également accompagnés de tufs brèchoides et de tufs porphyriques, ayant souvent une structure felsitique. Il y a lieu d'admettre que les porphyres, quoique bien plus étendus autrefois, ne formaient cependant pas une nappe continue, mais qu'ils appartiennent plutôt à plusieurs centres d'éruption.

C'est dans la nappe la plus orientale (Arona-Angera) que le porphyre offre la variété la plus cristalline, un vrai granophyre rouge brique, avec grands cristaux de quartz (5 mm.) et lamelles de feldspath.

Dans le ravin de Nespolo, au N de Grignasco, existe un porphyre qui paraît être un vrai kératophyre.

[1] Max Kæch. Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen in den Porphyrgebieten zwischen Luganer-See u. Val Sesia, *Eclogæ geol. Helv.*, VII, 129-135.

Le porphyre se trouve aussi en filons traversant les schistes cristallins. Les plus remarquables sont ceux d'Orta. Deux filons se trouvent encore dans la vallée de Vina, dont l'un, nettement granophyrique, présente deux salbandes verdâtres de nature dioritoporphyritique quartzifère ; l'autre, avec des salbandes de même composition, offre un centre micropoikilitique. Ce sont évidemment des *filons mixtes*.

L'auteur rappelle que le filon souvent mentionné sur la route de Melano à Rovio, près de Lugano, n'est pas, comme on l'a cru jusqu'ici, un filon unique. Il est formé d'alternances trois fois répétées de porphyre rouge et d'une roche porphyritique foncée homogène, et pourrait aussi faire croire à un filon mixte. Mais il a été possible de constater que le porphyre rouge est plus récent et qu'il traverse par quatre filons le porphyre noir. Le contact est franc et le porphyre (granophyre) prend une structure fluidale au contact du porphyre noir. L. v. Buch avait admis au contraire que le porphyre noir formait des filons dans le rouge !

Nous aurons l'occasion de revenir sur les recherches de M. Kæch, lorsque aura paru le travail détaillé qu'il annonce.

Les roches de la **zone dite amphibolique d'Ivrée** ont été étudiées dans la vallée de Mastallone (Piémont) par M. R.-W. Schæfer [1]. Il y a deux zones de roches vertes, l'une, plus étroite, au NW, l'autre, plus large, au SE, ainsi que cela ressort des cartes géologiques. L'auteur rappelle les opinions variées, depuis Studer et Gerlach jusqu'aux études plus récentes de Zeller, Traverso, Porro, etc. Ces derniers concordent dans ce sens qu'ils attribuent aux roches à structure massive de ces zones une origine éruptive.

La zone étroite mérite davantage le nom de zone d'amphibolite que la grande, car celle-ci se compose essentiellement d'une diorite amphibolique et des divers produits métamorphiques de cette roche : schistes amphiboliques et schistes verts. Elle est parfois traversée de filons d'aplite dioritique ; près du Passo Baranca il y a une norite quartzifère.

La présence de lentilles de marbre sur les confins des roches basiques des deux zones, ou même au beau milieu de celles-ci, est surprenante et étrange, et ne peut s'expliquer que par un effet de lamination ou par l'entraînement des masses calcaires au milieu du magma éruptif.

Entre les deux zones de roches éruptives basiques se trouve

[1] R.-W. Schæfer. Der basische Gesteinszug von Ivrea im Gebiet des Mastallone Thales. *Tschermacks Min. u. petr. Mitteil.*, t. XVII, 495-517.

un gneiss œillé, le gneiss de Sesia. Mais au contact NW de la grande zone s'intercale une zone schisteuse, la zone de Fobello, composée de gneiss, de gneiss à graphite, mica-schistes, quartzites, schistes verts, etc., dont une bordure étroite, ne mesurant que quelques mètres, est transformées au contact même avec la grande zone, en une roche très compacte à grain fin à structure cornéenne, évidemment une zone métamorphique de contact issue du schiste; c'est une cornéenne granatifère à zoisite. Au contact de la zone étroite on rencontre également une roche singulière. C'est un gneiss à grenat et sillimanite plus ou moins schisteux qui alterne avec la diorite amphibolique un grand nombre de fois.

La large zone de roches basiques, la « zone amphibolitique » proprement dite, devrait réellement être désignée comme zone à *roches noritiques dioritiques*. On y distingue dans une coupe transversale du NW au SE : norite granatifère, norite proprement dite et diorite à biotite, jusqu'à Varallo, de l'autre côté de la zone. La norite granatifère présente dans le val Rimella un faciès particulier, qui est un Gabbro à bronzite granatifère avec nombreux filons basiques. La compression tectonique y a fait naître un gneiss noritique dans le voisinage des zones d'écrasement, brèches de dislocation, failles et plans de glissement abondants. L'auteur signale un filon mixte de roche à labrador et d'une péridotite (harzburgite amphibolique ou diorite amphibolique à bronzite).

On voit ainsi qu'à la suite des indications de M. Schmidt, des travaux de Porro, Traverso et ceux de M. Schæfer, la zone, pendant longtemps si obscure, de l'amphibolite d'Ivrée prend son vrai caractère, celui d'une ligne d'intrusion d'un magma basique *diorito-noritique*. On sait que Diener l'avait considérée comme une zone d'affaissement (Graben) et que R. Zeller y avait vu de l'analogie avec un massif central.

M. Schæfer donne ensuite des diagnoses de toutes ces roches et en décrit les caractères accidentels dûs aux actions tectoniques. Une esquisse de carte en représente la répartition dans la région étudiée.

Roches métamorphiques. — La structure particulière des **marbres alpins** est, d'après M. Baltzer [1], le résultat du métamorphisme dynamique dû aux dislocations. On a aussi voulu y voir, dans une certaine mesure, une action chimique de l'eau.

[1] A. Baltzer. Ueber die mechanische Umwandlung des Kalksteins in Marmor. *Mitteil. d. naturf. Ges. Bern*, 1901, p. 67-70.

La distinction des marbres de contact et des marbres dynamétamorphisés est établie :

1° Par l'existence de ces derniers en dehors de tout contact éruptif, mais toujours aux endroits de compression tectonique énergique.

2° Par la rareté ou l'absence de minéraux de contact. Les minéraux de genèse récents sont le mica et des silicates d'alumine rouges ou verts en forme d'enduits. Donc il n'y a pas eu action de haute température.

3° Le métamorphisme de contact est nettement délimité, tandis que le dynamométamorphisme présente des contours incertains. Suivant la nature de la roche et la nature de l'action, le dynamométamorphisme produit des résultats différents.

Le calcaire noir du Malm alpin se modifie d'abord par fragmentation (brèche primaire), puis les débris deviennent cristallins et dans les interstices se forme un remplissage rouge ou verdâtre argileux luisant qui produit finalement une brèche vivement colorée (Grindelwald).

Le schiste calcaire devient par lamination, avec intercalation de feuillets colorés, riche en séricite qui garnit la surface des lamelles. Il en résulte ainsi le marbre schisteux. Le calcaire compact blanc devient cristallin. Pour la formation du marbre-brèche de Grindelwald, M. Baltzer n'admet pas l'intervention de l'eau, mais seulement l'action mécanique.

Ces marbres ne se forment que par transposition moléculaire par voie mécanique.

M. H. Preiswerk[1] a décrit un **schiste vert** du val d'Evançon (Piémont) qui est intercalé à des schistes calcaires mésozoiques. C'est une roche à l'aspect conglomeré, composée de nodules feldspathiques, lités dans une masse chloritique. Le microscope a permis d'y reconnaître en outre : amphibole, épidote, zoisite, moscovite, titanite, rutile, calcite. Le feldspath est intermédiaire entre l'oligoclase et l'albite.

M. Duparc[2] distingue dans les **schistes de Casanna** des Alpes valaisannes les types suivants :

[1] H. Preiswerk. Untersuchung eines Grünschiefers von Brusson (Piémont). *Centrabl. f. Min., Geol.*, etc., 1901, 303-308.

[2] L. Duparc. Sur la classification des schistes de Casanna des Alpes valaisannes. *C. R. Acad. sc. Paris*, 20 mai 1901.

1. *Micaschistes* et *gneiss à mica blanc*. Roches très cristallines souvent miroitantes et satinées, glandulaires dans les variétés gneissiques. Le mica et le quartz alternent dans les schistes. Le feldspath (orthose et albite), en se développant, conduit à la variété gneissique ; il paraît s'être développé après les autres éléments. Le rutile est dispersé presque partout. On y trouve, en outre, accessoirement : chlorite, grenat incolore, épidote, magnétite, sphène et hornblende.

2. *Chlorito-schistes* et *gneiss chloriteux*. Roches vertes schisteuses. La chlorite en lamelles forme un réseau qui renferme de petits grains de quartz. Le sphène est disséminé dans toute la masse. Lorsqu'il y a de l'albite le sphène et le quartz font défaut.

3. *Schistes* et *gneiss chlorito-micacés*. Chlorite et moscovite en même importance, alternant avec des zones quartzeuses. Le feldspath (orthose et albite) forme des glandules englobant la chlorite et le mica, et souvent surchargé de grenats incolores. Rutile en fines aiguilles.

4. *Schistes calcairo-micacés et chloriteux*. Se rattachent aux roches précédentes; s'en distinguent par la présence de calcite qui peut devenir très abondante. La calcite est régulièrement disséminée ou accumulée par places. Epidote pas rare. Sphène dans les variétés chloriteuses.

5. *Schistes amphiboliques*. Sont plutôt rares. Association de hornblende vert-bleuâtre avec grains d'épidote, peu de quartz, sphène, feldspath (orthose et albite) en petits grains.

6. *Schistes à glaucophane*. Appartiennent à des types pétrographiques assez différents. Le plus fréquent est une roche finement grenue ou fibreuse, grisâtre ou violacée, formée de glaucophane, d'épidote, de moscovite et de calcite. Glaucophane = 30 % de la roche. Le glaucophane alterne avec des zones chargées d'épidote, de moscovite et de chlorite avec zébrures des matières ferrugineuses opaques. Sphène localement. D'autres variétés se distinguent par le groupement des cristaux de glaucophane, de la chlorite et de l'épidote.

7. *Schistes à chloritoide*. Assez rares, avec structure semblable aux micaschistes. Masse schisteuse et froissée de grains de quartz, de lamelles de chlorite vert-foncé et de moscovite; très semblable comme structure aux schistes chlorito-micacés. Le chloritoide maclé est disséminé partout.

Ces divers types principaux sont accompagnés d'une foule de variétés ou de formes transitoires.