Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 8 (1903-1905)
Heft: 3

Artikel: Ire partie, Minéralogie et pétrographie
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-156275

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: 12.07.2025

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

87. H. Schardt. Sur un dépôt tuffacé dans la Combe des Fahys près Neuchâtel. *Ibid.* (V. p. 350.)

88. H. Schardt. Sur les dunes éoliennes et le terrain glaciaire des environs de Champion et d'Anet. *Ibid.* (V. p. 350.)

89. Al. Schenck. Les sépultures et les populations préhistoriques de Chamblandes. *Bull. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, t. XXIX, p. 115-210 et 241-328. (V. p. 359.)

90. O. Schötensack. Ueber die Kunst der Thaynger Höhlenbewohner. *Neue Denkschrift der Schweiz. naturf. Gesel.*, B. XXXIX, 2. Lief., p. 115-128. (V. p. 358.)

91. Th. Studer. Die Knochenreste aus der Höhle zum Kesslerloch bei Thayngen. *Neue Denkschr. der Schweiz. naturf. Gesel.*, t. XXXIX, 2. Lief., p. 75-112. (V. p. 352.)

f) Bibliographie

92. Ch. Sarasin. Revue géologique suisse pour l'année 1902. *Eclogæ*, vol. VII, p. 601-737.

Nécrologies et biographies.

Ce m'est un agréable devoir de rectifier au début de cette revue une erreur commise il y a deux ans par M. H. Schardt et concernant la personnalité très distinguée de M. E. de Mojsisovics. Trompé par un article biographique paru en Autriche, mon confrère avait annoncé le décès du savant géologue viennois. Nous savons que celui-ci est encore plein de vie et, en lui présentant nos excuses, nous faisons des vœux pour que nos collègues d'Autriche le gardent longtemps encore à leur tête.

Ire PARTIE. — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

Minéralogie.

Description de minéraux. — M. R.-H. Solly continue ses recherches sur les sulfarseniures de plomb du Binnenthal. Il a donné la description de deux types, dont un nouveau, appartenant à ce groupe, la Baumhauerite et la Dufrenoysite (**11**).

La **Baumhauerite** est un minéral monoclinique avec l'indice a : b : c = 1.136817 : 1 : 0.947163 et $\beta = 82^{\circ}\ 42\ ^{3}/_{4}'$. Ses

cristaux ressemblent absolument à ceux de la Dufrenoysite et de la Jordanite, mais se distinguent de ceux de la première par une obliquité plus marquée de la zone [100, 001], de ceux de la seconde par l'absence de lamelles de mâcles. L'orthopinacoïde, face de clivage, est toujours très développé et brillant ; la base est dans la règle bien marquée. L'auteur a déterminé sur les différents cristaux 117 formes qui se combinent suivant quatre types principaux :

1° Cristaux caractérisés par le grand développement de (100) ;

2° Cristaux tabulaires avec grande face (100) ressemblant aux cristaux de Jordanite ;

3° Prismes rhombiques avec petites faces terminales rappelant la Dufrenoysite ;

4°. Cristaux rhombiques simples rappelant les cristaux de Dufrenoysite figurés par Berendes.

La Baumhauerite a une couleur intermédiaire entre celles du plomb et de l'acier, et un éclat métallique ; le clivage suivant 100 est très marqué ; dureté = 3 ; poids spécifique = 5.330. Ce minéral est associé à d'autres sulfarseniures dans la dolomie du Lengenbach ; l'analyse chimique a permis de déduire la formule suivante : 4 PbS. 3 As_2 S_3. L'auteur donne la description détaillée de treize cristaux différents.

De nouveaux échantillons, découverts en septembre 1902, atteignent des dimensions beaucoup plus grandes que ceux trouvés précédemment, et sont constitués par un grand nombre de petits individus orientés plus ou moins parallèlement ; ils sont souvent mâclés suivant (100), parfois aussi d'après une loi semblable à celle de la Rathite suivant une face $(76\bar{1})$; ils montrent quelques faces nouvelles.

La **Dufrenoysite** est rare et beaucoup des échantillons qui lui ont été attribués l'ont été à tort ; par contre elle atteint souvent des dimensions relativement grandes. Sa composition correspond à la formule 2 PbS. As_2 S_3. Elle cristallise non dans le système rhombique, comme l'admettait von Rath, mais dans le système monoclinique, a : b : c étant égal à 0.650987 : 1 : 0.612576. Les zones [010, 101] et [010, 001] sont particulièrement riches en faces ; (210) (023) (012) et (011) sont en général grandes ; (410) (530) (052) et (031) sont moins développées ; (110) est habituellement grande et mate ; parmi les trois pinacoïdes le klinopinacoïde prédomine dans la règle. Le nombre des faces observées est de 99. Les

cristaux sont allongés tantôt suivant la zone [010, 001] avec prédominance de (010), tantôt suivant l'axe de symétrie avec prédominance de (100) (101) (001) ($10\bar{1}$). La couleur et la dureté sont semblables à celles de la Baumhauerite ; le clivage est marqué suivant (010) ; le poids spécifique est égal à 5.50.

La Dufrenoysite forme tantôt des cristaux isolés, tantôt des associations de petits individus dans les cavités de la dolomie du Lengenbach ; elle ne se trouve pas associée aux autres minéraux habituels dans la même roche.

L'auteur donne la description détaillée de huit cristaux.

M. Solly a constaté d'autre part (**12**) la présence dans la dolomie du Binnenthal de cinq autres sulfarseniures, dont il n'a pas fait l'analyse faute de matériel suffisant. Il les décrit comme suit :

1° Minéral translucide rouge aux arêtes, d'apparence orthorhombique, avec les angles 100 : 110 = 39° 16′, 010 : 011 = 52° 57′ et 001 : 101 = 42° 43′.

2° Minéral translucide rouge aux arêtes, monoclinique, avec β = 78° 46′ et les angles 100 : 101 = 42° 22′ et 010 : 111 = 37° 3′.

3° Minéral translucide rouge aux arêtes, qui montre une cassure en feuillets et perpendiculairement au plan de ceux-ci une zone avec des angles d'environ 60° et 30°.

4° Minéral noir à éclat métallique, monoclinique avec β = 81° 11′ et les angles 100 : 101 = 40° 7′ et 010 : 111 = 55° 26′ ; clivage suivant (100).

5° Minéral noir à éclat métallique, monoclinique, avec β = 89° 40′ et les angles 100 : 101 = 46° 18′ et 010 : 111 = 59° 56′ ; clivage suivant (100), très net.

L'auteur a pu en outre constater d'une façon évidente sur de nouveaux cristaux de Sartorite la symétrie monoclinique avec β = 88° 31′, 100 : 101 = 54° 45′ et 010 : 111 = 69° 52 $^1/_2$′.

Des cristaux de galène du Lengenbach prennent une forme arrondie et imitent la Seligmannite.

Des cristaux de hyalophane montrent la mâcle de Carlsbad et plusieurs faces nouvelles.

Un mica verdâtre présente nettement la symétrie monoclinique.

Enfin M. Solly a encore étudié des cristaux d'albite et de biotite, tels qu'on n'en connaissait pas encore du Binnenthal.

M. W.-J. Lewis a de son côté donné la description d'une série de minéraux provenant de la même région (9) :

Le **mispickel** se trouve dans la dolomie du Lengenfeld sous forme de prismes allongés, brillants, avec l'éclat de l'étain. L'allongement se fait suivant a et les formes suivantes ont été déterminées : m = (110), l = (011), s = (012) et (021).

Sur un cristal de **pyrite** de la dolomie de Binn, l'auteur a reconnu : (100), *Π* (210), *Π* (120), (111), (411), (311)) (211), (322), (544), *Π* (321).

De jolis échantillons de **diopside** provenant très probablement de Thierälpli (Tscherwandune) ont une couleur vert-pistache et montrent les faces suivantes : (100) (310) (210) (110) (130) (010) $10\bar{1}$) (111) (221) (021) ($\bar{2}21$) ($\bar{3}12$) ($\bar{1}32$).

Dans une cavité du gneiss de l'Ofenhorn s'est développée une incrustation de quartz et de péricline. Le quartz y est transparent, couvert par places et incrusté de chlorite ; il montre les faces du prisme, des deux rhomboèdres fondamentaux, de plusieurs autres rhomboèdres, de divers trapezoèdres et de l'hémipyramide habituelle.

Des cristaux de **sphène** récoltés dans la même région sont verts, généralement mâclés et présentent le faciès habituel des sphènes des massifs centraux.

M. G.-B. Hogenraad (8) a étudié plusieurs échantillons d'**Eisenrose** (hématite) **du Gothard**, qui sont caractérisés par le fait qu'ils se rayent en noir et non en rouge comme l'hématite typique. La poudre qu'on obtient par trituration de ce minéral est également noire avec de simples reflets rougeâtres.

Trois analyses différentes de ces Eisenroses ont montré que leur composition est exactement celle de l'hématite ; l'on n'a donc pas affaire ici à des pseudomorphoses de magnétite d'après l'hématite, comme on aurait pu le supposer d'après la couleur et d'après le magnétisme qui est particulièrement fort. D'autre part, la teneur en titane et en manganèse est trés faible. Le minéral étudié par M. Hogenraad est donc une variété d'hématite, à laquelle appartiennent probablement un assez grand nombre d'échantillons déterminés comme magnétite.

Nous devons à M. H. Baumhauer (2) une étude détaillée du **Hyalophane du Binnenthal**, basée sur neuf cristaux provenant de deux gîtes différents. Les faces suivantes ont été observées : (110) (001) (010) (100) ($\bar{1}01$) ($\bar{2}01$) (130) ($\bar{1}11$).

Dans l'un des gîtes les cristaux sont caractérisés par a : b : c = 0.65 842 : 1 : 0.55 230 et β = 64° 16′.

Dans le second gîte, les cristaux montrent des caractères intermédiaires entre ceux des cristaux du premier et ceux de l'Adulaire.

En comparant les chiffres obtenus par lui-même avec ceux obtenus par Sartorius v. Waltershausen, par Obermayer et par Rinner, l'auteur arrive à la conclusion que le Hyalophane est constitué par des combinaisons variables de $K\,Al\,Si_3O_8$ et de $Ba\,Al_2\,Si_2O_8$.

M. Baumhauer a découvert de beaux cristaux de ce hyalophane, mâclés à la façon de l'Adulaire suivant la loi de Baveno, et d'autres mâclés suivant la base, soit par pénétration, soit par hémitropie normale. Ces cristaux ont du reste une densité voisine de celle de l'Adulaire et appartiennent sans doute à une variété intermédiaire entre celui-ci et le Hyalophane proprement dit. Tout porte à croire qu'il y a une série continue de combinaisons isomorphes entre ces deux minéraux.

M. L. Brugnatelli (4) a donné le nom d'**Artinite** à un nouveau minéral inclu dans une péridotite du val Lanterna (Haute-Valteline). Ce minéral forme des agrégats à peu près sphériques et rayonnés. Sa composition correspond à la formule $Mg\,CO_3$, $Mg\,(OH)_2$, $3\,H_2O$; sa densité est égale à 2.028. Les cristaux s'éteignent tous parallèlement à l'axe d'allongement, qui est perpendiculaire au plan des axes optiques. Les indices de réfraction ont été calculés à α = 1.55, β = 1.537 et γ = 1.49. Nous avons donc affaire à un minéral rhombique, optiquement négatif. La dureté est à peine supérieure à 2.

Les cavités creusées dans le granite de Baveno renferment divers minéraux, qui ont fait l'objet d'une étude de M. E. Artini (1) ; les plus fréquents sont le quartz, l'orthose, l'albite, le mica, la fluorine, la calcite, la Laumontite, l'épidote et l'opale ; la Babingtonite, l'axinite, la datolithe, la Chabasite, la stilbite et la Gadolinite sont plus rares ; enfin, parmi les éléments très rares, il faut citer :

L'apatite n'est connue à l'auteur que par une association de cinq cristaux fixés sur une orthose, limpides, prismatiques, de 3 mm. de longueur sur 1 mm. d'épaisseur et montrant les faces (111) (0001) ($2\bar{1}\bar{1}$) ($10\bar{1}0$) ($51\bar{1}$, $11\bar{1}$) ($20\bar{2}1$) (411, 110) ($30\bar{3}2$) ($4\bar{1}\bar{2}$) ($11\bar{2}1$).

La Scheelite est représentée par dix cristaux jaune-clair, fixés sur du quartz et associés à de l'opale, de l'albite et de l'orthose.

La Heulandite apparaît sur le quartz ou l'orthose, soit sous forme de petits cristaux isolés, soit sous forme d'un mince revêtement cristallin. Dans les deux cas on reconnaît (010) (001) (110) (201) ($\bar{2}01$). Le plan des axes optiques et la bissectrice positive sont toujours perpendiculaires au plan de clivage.

La tourmaline est très rare et apparaît sous forme d'aiguilles très fines ou bien sous forme d'inclusions dans la fluorine et le quartz.

Cristallographie. — M. H. Baumhauer (**3**) a cherché, en se basant spécialement sur le soufre et l'anathase, à établir une règle pour le développement des faces sur les cristaux d'un même minéral. Il répartit les faces d'une même zone en catégories d'après le degré de complication de leur symbole comme suit :

1re série : (111) (112) (113) (114), etc.
2e série : (221) (223) (225) (227), etc.
3e série : (331) (332) (334) (335) (337) (338), etc.

Il constate ensuite que les faces de la première série sont dans la règle les plus fréquentes, viennent ensuite celle de la seconde, puis celle de la troisième. En outre, dans chaque série les faces les plus habituelles sont celles dont le symbole s'éloigne le moins du symbole fondamental, ainsi (111) (112) (113) (221) (223) (225) (331) (332) (334) (335), tandis que des faces telles que (119) (1.1.10) (2.2.11) (2.2.13) (3.3.13) (3.3.16) sont très rares.

Passant ensuite à l'examen du soufre rhombique, l'auteur montre que pour la zone des protopyramides on peut établir le tableau suivant, dans lequel les chiffres placés sous les symboles indiquent le quotient de fréquence :

(551)	(331)	(111)	(113)	(115)	(117)	(119)
1	7	20	20	17	8	4

Les arêtes les plus marquées qui séparent ces faces sont ensuite tronquées par (224) = (112), (442) = (221) et (228) = (114), puis par (335) et (337). La face (446) = (223) n'a jamais été constatée, tandis qu'on rencontre quelquefois (551). La zone entière comprend ainsi :

I	I	II	III	I	III	II	III	I	II
(551)	(331)	(442)	(553)	(111)	(335)	(224)	(337)	(113)	(228)
		=(221)				=(112)			=(114)

I	I	I
(115)	(117)	(119)

L'intercalation des faces de la seconde et troisième séries se fait manifestement surtout dans le milieu et d'une façon générale les faces les plus fréquentes sont celles dont les symboles sont les plus simples. Les quotients de fréquence ont été calculés comme suit : (111) 20, (113) 20, (115) 17, (112) 16, (117) 8, (331) 7, (119) 4, (221) 6, (114) 4, (335) 2, (337) 1, (551) 1, (553) 1.

Les cristaux d'anatase du Binnenthal, étudiés ensuite par M. Baumhauer, sont très riches en faces, ce qui rend difficile de préciser les relations qui existent entre ces dernières. La zone des protopyramides comprend : (111) (113) (117) (115) (119) (331) (551), ces faces n'apparaissant du reste jamais toutes sur le même cristal et les formes les plus fréquentes étant (111) (113) et (117). Des mesures ont été effectuées sur dix cristaux, appartenant à des types assez différents et dont l'auteur donne une description détaillée.

Si pour l'anathase on admet la série primaire (551) (331) (111) (113) (115) (117) (119) l'apparition de nouvelles faces se fera entre (111) et (113) où se dessinera (224) = (112) et entre (331) et (111) où se dessinera (442) = (221) ; les faces (114) (116) et surtout (118) sont beaucoup plus rares ; (441) n'a jamais été observée, tandis que (11.11.3) qui devrait s'intercaler entre cette face et (551) est connue comme rareté. Parmi les faces de la troisième série (335) est fréquente, (337) l'est déjà moins et paraît en particulier manquer sur les échantillons du Binnenthal. Les faces de la quatrième série sont toujours rares et petites ; ce sont (446) (5.5.11) (4.4.10) (4.4.14) et (5.5.19).

M. Baumhauer, après avoir discuté les séries établies par Goldschmidt, conclut à la confirmation par ses observations de la thèse, d'après laquelle les faces d'une zone forment une première série dans laquelle les indices vont en augmentant en progression arithmétique et dont les termes les plus fréquents sont ceux dont les indices sont les plus faibles ; ensuite apparaissent des faces secondaires, tertiaires, quaternaires, dont la fréquence est d'autant moins grande, qu'elles appartiennent à des séries plus élevées. Cette intercalation de nouvelles faces se fait essentiellement là où les

faces préexistantes se coupent suivant les angles les moins obtus.

M. F. GONNARD (6) a décrit et figuré une série de quartz riches en faces provenant de Baveno, de Binn, du Mont Rose, de Traversella, etc.... Les formes rares observées sur ces divers individus sont d'une part des rhomboèdres aigus, d'autre part des trapezoèdres bas appartenant à la zone s : r et s : z ; les faces nouvelles sont $(22.5.\overline{27}.5)$ et $(\overline{22}.9.13.\overline{21})$.

Le même a constaté le fait que la face Γ_1, qu'il avait observée sur un quartz de Meylan, a été retrouvée par M. Termier sur un quartz du Valais (5).

Chimie minérale. — M. FR. HINDEN (7) a imaginé pour distinguer la calcite de la dolomie la méthode suivante : on introduit 1 gramme de la roche à examiner, pulvérisée dans 5 cm³ d'une solution de chlorure de fer au 10 %. Si le minéral introduit est de la calcite, il se produit un fort dégagement d'acide carbonique, la solution se colore en brun-rougeâtre par la formation de chlorure de fer basique, puis, après quelques minutes, elle devient visqueuse, tout le fer est précipité comme hydroxyde et la préparation ne peut plus réagir avec la solution de rhodanate de potasse. Si le minéral est de la dolomie, rien de semblable ne se produit et la préparation réagit au rhodanate de potasse ; pour obtenir avec la dolomie le même effet qu'avec la calcite il est nécessaire de chauffer la préparation.

S'il s'agit de déterminer les quantités relatives de calcite et de dolomie contenues dans une roche, il faut placer 1 gramme de cette roche pulvérisée dans un verre avec 5 cm³ de solution de rhodanate de potasse au 5 %, puis introduire lentement et en agitant le verre de la solution de chlorure de fer au 10 % jusqu'à ce que la coloration rouge-sang se maintienne. La quantité de chlorure de fer utilisée donnera la quantité de carbonate de chaux contenue dans la roche.

La réaction du chlorure de fer peut fort bien s'employer sur le terrain ; une goutte de solution de ce chlorure posée sur un calcaire y provoquera la formation d'une tache brun-rougeâtre très marquée ; posée sur une dolomie elle ne produira aucun effet.

Une autre méthode donnant des résultats analogues est basée sur le fait que la poudre de calcite cuite dans une solution au 10 % de sulfate de cuivre transforme ce sulfate

en carbonate basique, tandis que la dolomie ne produit aucun effet.

Gîtes métallifères. — Les **gîtes métallifères du Valais** dans leur ensemble ont fait l'objet d'un rapport sommaire rédigé par M. C. SCHMIDT (**10**).

Minerais de fer. — Sur le versant W du Haut de Cry, au-dessus de Chamoson, on trouve intercalées dans les schistes suprajurassiques des lentilles formées par des associations de magnétite, d'hématite, de silicate ferreux, d'un volume total de 300 000 à 400 000 m³, avec une teneur moyenne en fer de 30 %.

Le revêtement de Jurassique qui, dans le val Ferret suisse, recouvre le cristallin du massif du Mont Blanc, contient près d'Amone des nids de limonite et des imprégnations assez riches de pyrite; cette dernière a été exploitée il y a une dizaine d'années.

Au Mont Chemin, au-dessus de Martigny, c'est une amphibolite à épidote qui renferme en quantités parfois considérables de la magnétite. Cette roche, associée à des marbres, est intercalée en plusieurs bancs dans les schistes cristallins redressés. On a extrait au milieu du siècle dernier environ 250 000 quintaux de ces gisements, et on peut évaluer à environ 100 000 m³, avec une teneur en fer de 50 %, la quantité de minerais qui reste à exploiter.

Minerais de zinc et de plomb. — Les schistes cristallins du Valais renferment en divers points des lentilles de quartz plus ou moins riches en galène et en blende. Au col de Verbier (val de Bagne) et à l'Alp Siviez affleurent au milieu des schistes chloriteux des filons-couches de baryte contenant de la galène argentifère (0.25 % d'argent); celle-ci a été exploitée sans succès à cause de la difficulté d'accès.

Les mines de plomb de Goppenstein dans le Lötschenthal sont comprises dans une zone de gneiss schisteux de 100 m. d'épaisseur, qui affleure sur 6 km. de longueur entre un quartzporphyre et un schiste amphibolique. La galène y est renfermée irrégulièrement dans des lits de quartz. L'exploitation, entreprise en grand depuis quelques années, a produit en 1902 3000 tonnes de minerai lavé.

Minerais de cuivre, de cobalt et de nickel. — Les schistes chloriteux du val d'Anniviers et du val de Tourtemagne contiennent des lits de quartz, dans lesquels se rencontrent par

places de la chalcopyrite, du fahlerz et de la galène, ainsi aux environs de Saint-Luc et au-dessus de Grimenz. Vers le front du glacier du Durand, un filon quartzeux à chalcopyrite, inclu dans une roche diabasique schisteuse, est momentanément exploité sans grande chance de succès.

Près de Gollyre et de Grand-Praz, deux filons de quartz, qui coupent les schistes cristallins, contiennent dans leur partie supérieure des minerais de cobalt et de nickel, dans leur partie inférieure de la chalcopyrite.

A Kaltenberg, dans la vallée de Tourtemagne, c'est un filon-couche de sidérite intercalé dans les schistes cristallins qui contient des minerais de nickel et surtout de cobalt.

Gisements d'or. — Les seuls gisements d'or exploités dans le Valais sont ceux de Gondo, qui appartiennent à la zone filonienne du versant oriental du Mont-Rose et qui correspondent à ceux du val d'Antrona et du val d'Anzasca. Les filons aurifères ont un plongement de 70° à 85° vers le NE et une direction à peu près perpendiculaire à celle du gneiss d'Antigorio qu'ils traversent. Le minerai s'y trouve en nids de 4 à 20 m. de longueur sur moins de 30 cm. d'épaisseur, il comprend de la pyrite fortement aurifère, de la chalcopyrite, de la galène et de la blende, associées à du quartz et de la calcite. L'exploitation, reprise sur un grand pied en 1894, a déjà été abandonnée en 1896.

Pétrographie.

Massif de l'Aar. — M. A. Baltzer (**13**) vient de publier le résultat d'une série d'observations, qu'il a pu faire en 1895 et 1896 sur la **région occidentale du massif de l'Aar**; il profite de l'occasion pour exposer les idées qu'il s'est faites sur l'origine de ce massif en général.

En remontant le glacier d'Ober-Aletsch depuis son extrémité jusqu'à la cabane du S. A. C., on peut voir sur les flancs des Fusshörner le cristallin plonger fortement au SE et relever le profil suivant :

1° Un puissant complexe de gneiss de couleur claire qui constitue la plus grande partie du massif;

2° Un schiste feldspathique verdâtre, compact, pauvre en mica.

3° Un gneiss à biotite imparfaitement schisteux;

4° Un schiste feldspathique verdâtre, tacheté par des amas de biotite, qui affleure derrière la cabane (1^m5) ;

5° Une quartzite blanche à grain fin (6 m.) ;
6° Un gneiss séricitique verdâtre (7 m) ;
7° Un granit du type de la protogine qui n'affleure que sur une faible largeur, mais paraît devoir se continuer sous l'éboulis.

Ce filon de granit se poursuit vers l'ENE et contient des inclusions anguleuses d'amphibolites. Vers le N il est bordé par une nouvelle zone de gneiss séricitiques et amphiboliques, qui le sépare d'un second filon granitique apparaissant sur un éperon septentrional des Fusshörner. Dans cet affleurement, la roche, qui est une protogine typique, coupe d'abord le plan de schistosité du gneiss encaissant, puis, vers son extrémité, le filon se recourbe de façon à s'intercaler parallèlement dans le gneiss, en même temps sa texture devient schisteuse et la roche se charge de séricite. Sur un point voisin le granit renferme un grand nombre d'inclusions des schistes encaissants et prend une structure vaguement parallèle. Le granit est donc ici nettement intrusif ; il coupe en discordance les bancs de schistes et les a métamorphisés. Il semble que, contrairement à l'opinion de Fellenberg, la pénétration ait eu lieu à la fin du plissement des schistes ou même après celui-ci.

On peut également considérer comme intrusif le granit qui, au Faulberg et dans les environs de la cabane de la Concordia, forme des bancs digités dans le gneiss qu'il a partiellement refondu et dont il a emprisonné de nombreux fragments.

Plus au NE, à la Grünhornlücke, on voit encore le granit pénétrer intrusivement dans les schistes ; ceux-ci le recouvrent par place suivant un plan parallèle à leur plan de schistosité, ce qui semble indiquer que l'intrusion a été suffisamment lente pour permettre aux schistes de se mouler en partie sur le culot intrusif.

A l'Aletschhorn, ce sont des schistes verts qui se superposent au granit ; mais ici la schistosité n'est plus parallèle au plan de superposition, ce qu'on peut expliquer en admettant un glissement de la couverture cristallophyllienne sur le massif granitique. La roche intrusive envoie de nombreuses apophyses dans les formations ambiantes, par contre les phénomènes d'injection paraissent faire complètement défaut, quoique les circonstances aient dû se prêter particulièrement bien à une action de cette nature.

Quant à la tectonique générale du massif, M. Baltzer croit

devoir considérer celui-ci comme une masse laccolithique ou batholitique, ayant pénétré intrusivement dans le complexe cristallophyllien. Le granit forme un dôme étroit, allongé du SW au NE, depuis le Bietschhorn, par l'Aletschhorn et le Faulberg, jusque dans la partie centrale du massif, où sa tectonique se modifie. Ce dôme est recouvert en concordance ou plus rarement en discordance par un manteau anticlinal de schistes verts, qui est le plus souvent rompu par l'érosion, mais qui est resté continu à l'Aletschhorn et au Finsteraarhorn. Les inclusions de schistes dans le granit comme les apophyses de granit dans les schistes sont fréquentes. Le métamorphisme de contact, très apparent sur certains points, n'est en général pas très développé.

L'âge du granit ne peut être déterminé en aucune façon d'après les données que nous possédons jusqu'ici; son origine ne peut pas non plus être fixée d'une façon absolue ; il semble pourtant que la masse laccolithique ou batholithique qu'il représente a dû profiter des voussures créées par le plissement dans les schistes, et qu'il a pu ensuite soulever encore la couverture cristallophyllienne sous l'effort de nouvelles poussées. Les plissements qui ont favorisé la montée du magma granitique dans les schistes appartiennent probablement aux mouvements hercyniens; mais le massif a été repris plus tard par les plissements alpins qui ont considérablement modifié sa forme. Dans son état actuel, le laccolithe déformé de l'Aletschhorn a 10 km. de longueur sur 3 km. de largeur et 900 m. de profondeur.

Les autres culots granitiques du massif de l'Aar ont évidemment la même origine ; quant à ceux du massif du Gothard, il paraît bien probable qu'ils représentent encore une vaste masse laccolithique ; mais il n'est pas possible de déterminer si les venues granitiques des massifs de l'Aar et du Gothard correspondent à des intrusions contemporaines et dérivent du même foyer magmatique.

Au N de la chaîne de l'Aletschhorn se présente le massif granitique de Gasteren, auquel paraissent correspondre vers le NE les granites intercalés dans la zone gneissique septentrionale à Innertkirchen, à la Windgälle, au Gornerenthal. Ces roches se distinguent partout de la protogine par leur acidité moindre et leur teneur plus forte en plagioclase ; elles présentent des variétés porphyroïdes. Par places, le granit passe à un faux gneiss par dynamométamorphisme, et à ce propos l'auteur discute les idées émises par M. Weinschenk sur le dynamométamorphisme des granites centro-alpins.

Il paraît évident que le granit de Gasteren correspond à un laccolithe ; d'autre part, il est antérieur au Permien, puisqu'on en trouve des cailloux dans le Verrucano, tandis que, à cause de sa structure eugranitique, il paraît devoir être plus récent que la protogine.

Alpes valaisannes. — Les **roches basiques de la région de Viège et du Binnenthal** étaient jusqu'ici très imparfaitement connues, soit quant à leur distribution, soit quant à leur structure; elles ont fait récemment l'objet d'une étude de M. H. Preiswerk (**18**).

Près de Viège, la zone des schistes lustrés se divise en trois bandes parallèles, séparées par des massifs de gneiss ; de ces trois bandes, celle du milieu, qui s'élève de façon à passer entre le Monte-Leone et l'Ofenhorn, contient de nombreuses intercalations de serpentine et de schistes verts.

Au S de Viège on peut voir plongeant au S et intercalé entre les schistes calcaires de la vallée et le gneiss de Schulmatten la série suivante :

1° Un banc de calcaire dolomitique peu épais ;
2° Une zone de schistes verts ;
3° Une zone de serpentine ;
4° Une zone de schistes verts ;
5° Un complexe important de calcaires dolomitiques ;

La serpentine peut être considérée comme dérivée d'une péridotite de profondeur, constituée par places presque exclusivement d'olivine, formée ailleurs d'olivine et d'un pyroxène voisin du diallage (Wehrlite). La roche est énergiquement dynamométamorphisée, elle prend localement un aspect absolument schisteux et contient parfois une forte proportion de talc, de façon à passer même à un schiste talqueux franc.

Les schistes verts qui encadrent la serpentine sont constitués essentiellement par de l'amphibole, de la chlorite et du plagioclase, et contiennent en outre deux variétés d'épidote, de la titanite, de la calcite et parfois du mica brun. Le plagioclase, en gros grains, paraît appartenir à l'albite ; l'amphibole et la chlorite sont en quantités relatives très variables, ce qui donne lieu à des types assez différents. La composition chimique d'un échantillon riche en amphibole correspond exactement à celle d'un diabase ou d'un gabbro avec cette seule différence que la teneur en fer est un peu plus faible.

Il paraît donc probable que ces schistes verts dérivent d'une roche diabasique ou gabbroïde, après avoir subi, il est

vrai, une transformation complète, soit de leur structure, soit de leur composition minéralogique.

Ce qui paraît confirmer cette manière de voir, c'est qu'entre les schistes verts et les schistes calcaires on trouve sur différents points des formations qui semblent dues à un métamorphisme de contact, les unes rappelant l'adinole, d'autres consistant surtout en inclusions feldspathiques et quartzeuses dans les schistes calcaires.

La serpentine et les schistes verts se retrouvent sur la rive droite de la Viège. Dans la zone médiane des schistes calcaires affleurent en quantité importante des roches analogues. A la innere Nanzlücke, le passage qui relie le Gamserthal au Simplon, ce sont encore les mêmes serpentines accompagnées de schistes verts qui séparent les schistes calcaires de la nappe recouvrante de gneiss.

Alpes méridionales. — M. M. Kæch (**16**) a entrepris une étude d'ensemble sur les **épanchements porphyriques** qui, **entre le lac Majeur et le val Sesia,** recouvrent la bordure méridionale des gneiss et micaschistes d'Orta. Ces schistes se poursuivent depuis le val Sesia par le Monte-Cenere jusque dans le flanc S de la Valteline, et sur toute cette longueur ils sont recouverts au S par des nappes de porphyrites et de porphyres, tandis qu'au N ils sont séparés du massif cristallin du Mont-Rose par la zone des amphibolites d'Ivrée. Les nappes porphyriques reposent en discordance évidente sur les schistes cristallins, tandis qu'elles supportent en concordance les sédiments triasiques et liasiques. Vers le S, les porphyres et les formations secondaires disparaissent sous les alluvions pleïstocènes.

L'étude de M. Kæch a porté sur quatre massifs porphyriques distincts : 1° celui d'Arona-Angera, coupé en deux par le lac Majeur ; 2° celui qui forme dans le prolongement du premier le Monte-Commune ; 3° celui qui comprend les collines à l'E de Gozzano ; 4° le plus important de tous qui s'étend entre Maggiora, Brignasco et Borgosesia, et qui forme en particulier le Monte-Ovagone (857 m.). Outre ces nappes, les porphyres constituent encore des filons importants, en particulier entre le lac d'Orta et le Monte-Cossario et dans le val Vina.

Les *porphyrites* sont ici moins abondantes que dans la région de Lugano, mais elles occupent la même position au-dessous des quartzporphyres, dont elles sont souvent séparées

par une couche de tufs sableux ou poudinguiformes. Ce sont des roches noires, brunâtres ou verdâtres, dont les éléments de première consolidation sont d'une part des plagioclases souvent zonés, appartenant en majeure partie au groupe Andésine-Labrador, d'autre part, des minéraux augitiques du type de l'hyperstène et en général complètement décomposés. Les éléments accessoires sont l'apatite, le zircon, la magnétite, l'ilménite et la pyrite ; en général c'est la magnétite, partiellement transformée en limonite, qui prédomine dans les porphyrites brunes, tandis qu'elle est remplacée par l'ilménite dans les roches noires.

La base est formée surtout de microlithes feldspathiques et augitiques avec peu de parties vitreuses et des grains de magnétite et de titanite. Rarement apparaissent des types de passage aux vitrophyrites par suite d'une augmentation notable des parties vitreuses.

A la bordure septentrionale de la nappe porphyrique d'Arona affleure une porphyrite noire, riche en cristaux décomposés de plagioclase et d'augite, dont la base est formée par une substance vitreuse criblée de grains de magnétite ou d'ilménite et de microlithes de feldspath disposés fluidalement. Près d'Angera, des blocs épars appartiennent les uns à une porphyrite brune à hyperstène et labrador et à pâte microcristalline contenant peu de parties vitreuses, les autres à une porphyrite verte fortement décomposée, dont la base consiste en un réseau chloriteux englobant des microlithes feldspathiques. Près de Meina, sur la bordure du même massif, un conglomérat qui recouvre la porphyrite contient des cailloux appartenant à divers types de ces roches basiques ; on y reconnaît : 1° une porphyrite brunâtre, à pâte microlithique, et qui contient comme éléments de première consolidation à côté du feldspath et de l'augite un peu de quartz et de biotite ; 2° une porphyrite augitique avec grains de quartz, dont la pâte devait être en bonne partie vitreuse, mais dont la décomposition est très avancée.

Dans le second massif porphyrique, au N de Gozzano, les porphyrites forment plusieurs affleurements le long de la bordure septentrionale. Ainsi, vers la Fabrica di Grata affleure une porphyrite à pâte gris-foncé, riche en gros cristaux de plagioclase et d'augite et en grains de magnétite, dont la base est formée en grande partie par de petits prismes de feldspath, avec de faibles quantités d'ilménite, de chlorite, d'épidote, de calcite et de parties vitreuses dévitrifiées. Vers le Ponte di Grata, on trouve une porphyrite brune à pâte

fluidale avec des cristaux de première consolidation peu développés. Entre ce point et San Martino apparaît un troisième type caractérisé par la présence de quartz de première consolidation, par la nature acide des plagioclases, qui sont voisins de l'oligoclase, par l'abondance de la magnétite et par la nature de la pâte, qui devait être presque entièrement vitreuse, mais a été transformée en un agrégat cryptocristallin (felsophyrite). Vers la chapelle de San Marino affleure une porphyrite verte riche en plagioclases verdâtres et dont la pâte est en bonne partie vitreuse avec des cristallites feldspathiques.

C'est toujours sous la nappe porphyrique qu'apparaissent les porphyrites dans le massif Maggiora-Valsesia. On distingue ici deux variétés principales : la première est à pâte microlithique brune, avec cristaux abondants de plagioclase et d'augite de première consolidation, la seconde est à pâte gris-foncé en partie vitreuse.

Ces roches basiques sont accompagnées en divers points par des tufs, des brèches, des conglomérats et des sables porphyritiques. Ainsi, près d'Angera, on trouve soit une brèche tuffeuse à petits éléments porphyritiques, soit un sable porphyritique ; un sable analogue recouvre la porphyrite à Meina. Près de la Madonna del Castello, dans le district d'Invorio, apparaît un tuf formé essentiellement d'augite et de plagioclase plus ou moins décomposés et par des fragments de porphyrite à base vitreuse. Vers la sortie du val Vina, dans le district de Gozzano, une brèche est constituée par des fragments porphyritiques montrant des structures assez diverses et liés par un ciment feldspathique verdâtre. Une brèche analogue, mais sans éléments vitreux, existe à la Fabrica di Grata et vers le Ponte di Grata ; enfin, un grès tuffeux a été constaté au-dessus de Grignano, dans le district de Valsesia.

Les *porphyres* de la même région varient considérablement quant à leur structure et leur composition. Leur couleur, habituellement rouge ou brunâtre, devient violacée ou même noire dans les variétés basiques. Les minéraux de première consolidation habituels sont le quartz, une orthose blanche, un plagioclase blanc ou rouge, la biotite ; on voit en outre souvent du zircon, de l'apatite, de la titanite, des oxydes de fer, de la tourmaline et de la pyrite. L'orthose présente rarement des contours cristallographiques et est souvent associée à l'albite sous forme de microperthite. Les plagio-

clases sont tantôt acides (oligoclase-albite), tantôt voisins du labrador. Les dihéxaèdres de quartz sont en général fortement corrodés et riches en inclusions. La biotite forme rarement de grandes plages, elle est toujours décomposée et renferme des inclusions nombreuses primaires de magnétite, de zircon et d'apatite; vers les bords des massifs porphyriques elle est souvent remplacée par un autre minéral basique, dont la décomposition avancée rend la détermination impossible.

Le massif Arona-Angera comprend :

1° Des granophyres typiques avec grands cristaux de quartz, d'orthose et de plagioclase acide et avec une pâte plus ou moins altérée, mais qui devait être presque entièrement constituée par des sphérites ;

2° Des felsophyres, dont les uns sont acides, bruns-rougeâtres, riches en cristaux de quartz et de feldspath, dont les autres sont relativement basiques, sans quartz ni orthose, avec des plagioclases compris entre l'oligoclase et le labrador. La pâte peut présenter une structure fluidale accusée, ou bien au contraire offrir l'aspect des rétinites; elle est du reste presque toujours transformée en une masse cryptocristalline. Les felsophyres basiques représentent probablement un faciès marginal de l'épanchement porphyrique.

Dans le massif d'Invorio on distingue :

1° Un microgranite rouge à pâte microcristalline avec quelques sphérites englobant des cristaux de quartz ou de feldspath.

2° Un felsophyre violacé à pâte très finement cristalline, fluidale par places et très riche soit en biotite, soit en un autre minéral basique indéterminable.

Le massif de Gozzano est constitué par des felsophyres, les uns rouges et quartzifères, les autres violets, très pauvres en quartz et contenant par contre une proportion importante de biotite et d'augite.

Le massif de Maggiora-Borgosesia comprend une grande variété de roches qui se répartissent en deux épanchements successifs, séparés en divers points par une couche de tufs. Dans le vallon du Nespolo, au Poggione Boretta et le long du versant N et NW du Monte-Tenera affleurent des porphyres rouges à pâte microgrenue, pauvres en grands cristaux de quartz, riches au contraire en plagioclase acide et contenant du microcline. Près de Sagliano, on trouve un

felsophyre rouge à pâte felsitique et fluidale, avec de grands cristaux de quartz et de feldspath rose et des paillettes de biotite. Ces deux gisements appartiennent au premier épanchement. Le second épanchement est représenté dans le vallon du Nespolo, au Sasso-Bianco, et sur tout le versant S du massif par des felsophyres brunâtres, violacés ou noirs, les uns quartzifères et relativement acides, les autres sans quartz et contenant outre la biotite de la hornblende.

Le filon considérable qui s'étend du lac d'Orta au Monte-Cossario est constitué par un porphyre à pâte grisâtre, microgranitique au milieu, cryptocristalline, granophyrique ou micropegmatitique vers les bords. Les éléments de première consolidation sont des quartz, des orthoses et des associations micropertithiques d'orthose et d'albite.

Dans le val Vina on trouve d'abord un premier filon de granophyre rouge, qui, vers l'E, se digitte en une série de filonnets à structure felsitique et fluidale, et qui est bordé au N et au S par des roches vertes, constituées par une association microgrenue de plagioclase basique et de hornblende. Un second filon, parallèle au premier et bordé par les mêmes roches vertes, est formé par un porphyre, dont la base montre une structure micropoïkilitique et dont les grands cristaux appartiennent au quartz, à un plagioclase acide et à l'orthose.

L'auteur donne ici quelques indications sur la nature des schistes cristallins du val Vina, qui sont coupés par les porphyres ; ce sont des gneiss à deux micas, nettement schisteux, qui passent localement au micaschiste par la disparition progressive du feldspath ; par places ils renferment une quantité importante de graphite. Au contact avec les porphyres, le gneiss présente souvent des modifications, mais celles-ci paraissent être surtout d'ordre métasomatique ou dynamique.

Les *tufs* qui accompagnent les porphyres dans les divers gisements étudiés par M. Kæch appartiennent à des types assez différents :

a) Tufs rouges à base de cendres typiques, dont la composition minéralogique rappelle exactement celle des quartz-porphyres, et qui sont développés le long de la bordure méridionale de la nappe porphyrique d'Arona.

b) Tufs bruns et violacés, associés aux porphyres bruns et violets, dans lesquels les cendres sont encore bien reconnaissables et qui se trouvent au N d'Angera, au Sasso-Bianco,

au N de Grignasco et dans le val Sesia, près de Bettole et d'Ara.

c) Tufs gris ou verdâtres, à base felsitique, d'aspect un peu clastique, riches en plagioclase, et contenant de nombreux fragments de porphyres divers, de gneiss et de quartz, qui affleurent près de Silvera, dans le massif d'Invorio, et près de Fabrica di Grata dans celui de Gozzano.

d) Brèches tuffacées, violettes, à base de cendres, renfermant des lapilli porphyriques et des fragments anguleux de porphyrites, qui existent près de Fabrica di Grata et d'autre part entre Grignasco et Borgosesia.

e) Brèches tuffacées brunes, à base compacte felsitique et contenant de nombreux fragments de porphyres que l'on trouve au N d'Iselle.

Les épanchements porphyriques et porphyritiques du val Sesia et du lac Majeur correspondent exactement aux formations semblables des environs de Lugano et sont intercalés, comme celles-ci, entre le cristallin et le Trias. Quant aux relations qui peuvent exister entre ces roches porphyroïdes et les massifs granitiques qui sont inclus dans le gneiss un peu plus au N (Valsesia, Baveno), il est possible que les deux complexes dérivent d'un même foyer magmatique. Si en effet les porphyres sont accompagnés de porphyrites, le granit de Valsesia passe vers l'W à une syénite et semble même entrer en relations avec les roches basiques de la zone d'Ivrée ; d'autre part, parmi les apophyses envoyées par le massif granitique de Baveno, les unes ont la composition de la roche mère, d'autres sont plus acides, d'autres sont notablement plus basiques.

Alpes orientales. — M. G. Rüetschi (19) a étudié en détail les roches très dynamométamorphisées de structure porphyroïde de la Rofna (Rhin postérieur) et du massif de la Suretta, qui ont été interprétées très diversément par Escher et Studer, puis par MM. Heim, Rolle, Bodmer-Beder et Schmidt.

Ces roches affleurent sur une grande surface entre le Splügen, Sufers, Anderr, le P. de la Tschera, le P. Grisch, le P. Mietz et le P. Spodolazzo; elles sont entourées au N, à l'E et à l'W par des marbres et des dolomies probablement plus jeunes, qui se retrouvent dans l'intérieur du massif sous forme de zones continues orientées SW-NE ; du côté du S, elles sont recouvertes par un complexe d'amphibolites et d'éclogites, dont l'âge paraît être plus ancien.

La roche de la Rofna, formée essentiellement de quartz, de feldspath et de mica noir, montre une structure tantôt porphyroïde, tantôt schisteuse ; à mesure que la disposition parallèle des éléments s'accentue, la composition minéralogique se modifie aussi en ce sens que les quantités relatives de feldspath et de biotite diminuent notablement, tandis qu'il se développe en quantité toujours plus grande du quartz microgrenu et de la mouscovite.

Outre cette roche fondamentale, on trouve dans le même massif des aplites tantôt compactes, tantôt schisteuses, des nids de roches basiques et des roches porphyroïdes, bréchiformes, dont la plus caractéristique a reçu de M. Heim le nom de Taspinite.

En amont de Bärenberg et dans la région de Ferrera la roche de la Rofna a conservé une structure porphyrique et un aspect massif ; elle est constituée par une masse verdâtre microgrenue de quartz et de feldspath, empâtant de gros éléments de quartz, de feldspath et de biotite ; les feldspaths comprennent de l'orthose, du microcline, des microperthites et de l'albite ; ils contiennent de petits cristaux de labrador appartenant à une consolidation antérieure ; la biotite est en général très décomposée. L'analyse chimique a montré que cette roche est caractérisée par son degré élevé d'acidité, 72 %, et par la prédominance marquée de la potasse sur la soude (5.95 et 2.70 %) ; elle permet d'établir la composition minéralogique suivante : quartz 41.88 %, anorthose 39.46 %, oligoclase-albite 10.36 %, biotite (lepidomelane) 8.30 % ; cette constitution correspond à celle d'un graniteporphyre. Ainsi, par sa structure et sa composition, cette roche paraît appartenir à la zone périphérique d'un culot granitique.

Dans les environs de Ferrera et sur l'Alp Samada affleurent des aplites filoniennes littéralement écrasées par dynamométamorphisme. Le quartz y est abondant ; les feldspaths appartiennent à l'orthose, au microcline, à la microperthite, à l'albite et à un oligoclase acide ; la biotite en se décomposant a donné naissance à de la séricite, tandis que de la paragonite s'est formée au dépens de l'albite, et l'orientation parallèle de ces éléments donne à la roche un aspect schisteux. D'après les données de l'analyse ces aplites sont de nouveau très acides (75 % de silice) et beaucoup plus riches en potasse qu'en soude (6.28 et 2.74 %).

A ces aplites s'associent dans la zone marginale du massif de la Rofna des roches lamprophyriques, à pâte gris-foncé formée de quartz secondaire, de séricite et de paragonite,

avec des grains allongés de feldspath orthose et des lamelles déchiquetées de biotite décomposée. La composition chimique, déterminée par l'auteur, se rapproche de celle de la minette du Kirchhäuser Thal, mais avec une teneur plus forte en potasse (7.01 %); elle montre que la roche primaire devait être formée essentiellement par un feldspath potassique et une biotite. Quant à la structure primaire, difficile à déterminer, elle semble avoir été assez analogue à celle d'une minette, tandis qu'actuellement la roche a pris l'aspect d'un schiste séricitique. En somme on peut admettre que nous avons ici un échantillon dynamométamorphisé d'une ségrégation basique du même magma granito-dioritique, dont les aplites représenteraient la ségrégation acide.

A la suite de ces 3 types, dont l'origine volcanique ne fait pas de doute, M. Rüetschi en décrit d'autres résultant d'un métamorphisme plus ou moins intense.

1° Entre les parties restées intactes de la roche de la Rofna et celles qui ont pris une texture schisteuse la transition est parfois établie par l'intercalation d'un granite-porphyre imparfaitement schisteux, qui est particulièrement bien développé dans les gorges de la Rofna et dans la montagne du Hirli. Les gros éléments quartzeux et feldspathiques ont pris une forme lenticulaire, ils sont en général brisés dans leurs parties périphériques et montrent l'extinction roulante. La composition chimique est la même que celle du granite-porphyre compact.

2° La plus grande partie du massif est constituée par un type plus métamorphisé, dont la schistosité est très marquée par suite de l'orientation parallèle de membranes micacées; le quartz est applati en lentilles minces cataclastiques; le feldspath, écrasé également, est décomposé en un agregat très fin; seuls quelques cristaux d'orthose ont résisté à la décomposition et jusqu'à un certain point à la déformation; la biotite est remplacée par des amas d'épidote, de magnétite, de rutile et de titanite. Comme éléments secondaires on trouve des plagioclases sodiques, du quartz, de la séricite et de la zoïsite. La composition chimique est ici encore la même que celle du granite-porphyre compact et nous pouvons désigner cette roche comme granite-porphyre gneissique, rendu schisteux par dynamométamorphisme.

3° Sur la route du Splügen, en aval de Sufers affleure sur 20 m. d'épaisseur une zône de schistes verdâtres, que l'auteur considère comme un terme plus écrasé encore du même

granite-porphyre. Les éléments blancs n'y constituent plus que des lits très fins entre les feuillets serrés d'un mica verdâtre, qui paraît être de la phengite; parmi les feldspaths l'orthose est seule reconnaissable. La composition chimique reste très voisine de celle du granite-porphyre; la composition minéralogique peut être déterminée comme suit: quartz 44.67 %, phengite 30.62 %, anorthose 18.86 %, oligoclase-albite 5.85 %.

4° La taspinite, ainsi dénommée par M. Heim, est une roche granitique d'aspect bréchiforme, dans laquelle apparaissent de gros cristaux d'orthose et des grains importants de quartz liés par un réseau micacé. L'étude microscopique montre que les quartz et les feldspaths sont fissurés, brisés et qu'ils ont pénétré mécaniquement les uns dans les autres. Les produits secondaires, très abondants, sont la séricite, la paragonite, un mica vert dérivé de la biotite, l'albite, la titanite, la pyrite et la calcite. Cette roche forme autour de la partie NE du massif de la Rofna une sorte de bordure recouverte par les dépôts permiens, elle se retrouve un peu plus au N à l'Alp Taspin et à l'Alp Cess; elle paraît représenter un granit écrasé et sa composition chimique ne s'éloigne pas beaucoup de celle du granite-porphyre.

Il résulte des observations qui précèdent que le massif de la Rofna correspond à une masse intrusive profondément modifiée par la pression. Dans cette transformation ce sont la biotite puis les plagioclases qui ont disparu les premiers, tandis qu'il se formait en quantité toujours plus grande du quartz secondaire et de la séricite. Il paraît probable que l'eau d'imprégnation dissolvait la biotite et les feldspaths aux points de plus forte compression, puis recristallisait le quartz et la phengite là où la pression était plus faible. La décomposition de la pâte semble avoir commencé notablement après celle des gros éléments. Ainsi on peut suivre pas à pas la transformation du granite-porphyre compact en un schiste micacé bien caractérisé.

Nous devons à M. O. Hecker (**14**) une étude détaillée des **gabbros de la Haute-Valteline** entre Bornio et Sondalo. Ces roches, constituées essentiellement par des plagioclases, du diallage, de la hornblende brune, de l'olivine, du pyroxène rhombique et de la biotite, présentent les variations suivantes:

1° Un gabbro gris, plus ou moins foncé, de grain moyen, formé essentiellement de plagioclase, de diallage, d'olivine et de hornblende. Le plagioclase prédomine de beaucoup; il

présente un développement tabulaire et est finement mâclé suivant la loi de l'albite; il est relativement frais et correspond au labrador. L'olivine, en général assez frais, en grains incolores mais riches en inclusions de magnétite, est en général encadré par le diallage et la hornblende; parfois il est entouré d'une double auréole de hornblende secondaire, formée de tremolite incolore vers le centre, d'actinolite verdâtre vers la périphérie. Le diallage est toujours xénomorphe, remplissant les interstices entre les feldspaths; il est vert brunâtre sans pléochroïsme. La hornblende primaire se présente sous forme de petits cristaux bruns, très pléochroïques autour du diallage. La pyrrhotine est bien visible macroscopiquement, tandis que la magnétite n'apparaît qu'en petits grains. La biotite est très rare. La structure est intermédiaire entre la forme hypidiomorphe et la forme diabasique-grenue, les plagioclases étant idiomorphes, les minéraux basiques se groupant autour de l'olivine et la magnétite étant moulée par tous les éléments. L'analyse chimique a donné: SiO_2 47.31 %, TiO_2 0.47 %, Fe_2O_3 7.55 %, Al_2O_3 20.58 %, FeO 8.08 %, CaO 9.84 %, MgO 2.07 %, Na_2O 3.43 %, K_2O 0.53 %.

2° Un gabbro à hornblende et diallage mais sans olivine, dont le grain, en général moyen, peut montrer des variations assez fortes. Les plagioclases diffèrent peu de ceux du type précédent; le diallage est fortement pléochroïque passant du vert-grisâtre au brun rougeâtre; il comble les intervalles entre les plagioclases et semble parfois avoir corrodé ceux-ci. La hornblende se développe soit autour du diallage, soit sous forme de gros éléments indépendants; elle est toujours xénomorphe, brune avec un pléochroïsme assez marqué, riche en inclusions de magnétite; elle appartient à une variété riche en alumine. Ces roches présentent souvent des signes d'une compression intense et c'est probablement à un phénomène de cette nature qu'il faut attribuer l'ouralitisation très avancée par places du diallage et de l'amphibole. Indépendamment de cette action dynamométamorphique la structure est la même que dans le type précédent.

3° Un gabbro à hornblende, caractérisé par la rareté ou même l'absence complète du diallage. Ces roches, formées essentiellement de plagioclase et de hornblende, ont un grain plutôt fin et une couleur variant du gris au brun. Le plagioclase est un labrador; la hornblende brune est très riche en inclusions de magnétite, et souvent fortement ouralitisée, passant ainsi à une hornblende secondaire, verdâtre et peu

pléochroïque. Le coefficient d'acidité de cette roche est un peu supérieur à celui des précédentes, ce qui explique l'absence de l'olivine.

4° Un gabbro passant aux norites et caractérisé par la prédominance de la bronzite. Les plagioclases oscillent entre la composition de l'andésine et du labrador; la bronzite forme des prismes courts, verdâtres peu polychroïques; la hornblende brune, moins abondante que la précédente, moule les plagioclases et la bronzite; souvent elle a corrodé cette dernière, sur laquelle elle s'applique avec une orientation parallèle; le diallage et la biotite sont peu abondants. Il semble ici que la cristallisation de la bronzite ait précédé celle du plagioclase, contrairement à ce qui s'est montré pour les types précédents.

5° Un gabbro passant aux diorites par une augmentation considérable de la teneur en biotite aux dépens du pyroxène rhombique, du diallage et de la hornblende. A l'œil nu la roche est gris-clair, à grain moyen, et paraît formée seulement de feldspath et de biotite. Le plagioclase forme de petits individus allotriomorphes, dont la densité correspond à la formule $Ab_4\ An_3$.

La biotite se présente d'une part en paillettes grandes et idiomorphes, d'autre part en lamelles petites et irrégulières; le pyroxène rhombique manque complètement; le diallage, semblable à celui des types précédents, apparaît en petits grains; la hornblende est très rare en amas peu importants. Dans quelques coupes on trouve des sections octogonales de grenat rosé. La composition chimique de la roche se rapproche de celle du type 3 avec un coefficient d'acidité un peu plus faible (0.91), une teneur plus faible en oxyde ferrique et en magnésie et une proportion notablement plus forte de soude et de potasse.

Ces diverses roches, malgré les variations chimiques et minéralogiques qu'elles présentent, sont trop voisines les unes des autres pour qu'on puisse douter qu'elles ne dérivent d'un même foyer magmatique.

M. L. Hezner (**15**) s'est occupé récemment des **éclogites** et des **amphibolites** en tenant compte plus spécialement des gisements de l'Oetzthal. Comme ce travail concerne essentiellement des roches situées en dehors du territoire de la Suisse et ne traite qu'accidentellement des gisements similaires existant dans notre pays, je me contenterai d'en résumer les conclusions.

Les roches à amphibole et pyroxène de l'Oetzthal dérivent d'un magma gabbroïde uniforme; les variations qu'elles présentent soit dans leur structure, soit dans leur composition minéralogique, résultent essentiellement des conditions qui ont présidé à la consolidation, et en particulier de la profondeur et de la pression. En profondeur ont pris naissance les éclogites, tandis que plus près de la surface le grenat et le pyroxène (omphacite) cèdent progressivement la place à la hornblende. Cette dernière se groupe autour du pyroxène tantôt sous forme de tissu fibreux tantôt sous forme d'amas grenus.

Dans les amphibolites à kelyphite le pyroxène a complètement disparu et la hornblende forme avec le plagioclase autour des grenats des associations granophyriques qui sont auréolées par une zone de magnétite (kelyphite); le passage du grenat à la hornblende paraît se faire ici suivant un mode intermédiaire entre la pseudomorphose et la périmorphose.

A côté des amphibolites riches en grenat à structure diablastique on rencontre d'autres types riches en plagioclase, qui montrent plus ou moins nettement une structure gabbroïde.

A plusieurs reprises l'auteur discute les idées émises par M. E. Joukowsky dans une notice consacrée aux éclogites des Aiguilles rouges, qui est analysée dans la *Revue* pour 1902.

Roches erratiques. — M. L. Loup (**17**) a récolté dans le bassin de Genève, soit entre le Salève, le Vuache et le Jura, un grand nombre de roches erratiques qu'il a soumises à un examen microscopique détaillé. Les échantillons sont classés d'après leurs affinités pétrographiques de la façon suivante:

Roches cristallophylliennes : Parmi les roches gneissiques l'auteur décrit d'abord 4 échantillons différents de gneiss francs, dont un paraît correspondre au gneiss d'Arolla, puis 2 échantillons de granite-gneiss, l'un, trouvé au bord de la rivière des Usses et se rapportant à un type connu des Aiguilles Rouges, le second caractérisé par sa grande richesse en quartz, qui le rapproche des micaschistes. D'autres spécimens de gneiss contiennent ou de l'amphibole ou de la chlorite.

Les nombreux micaschistes étudiés par M. Loup appartiennent à des types assez différents, plusieurs d'entre eux correspondent à des spécimens connus des schistes de

Casanna; les uns sont relativement riches en feldspath et passent ainsi au gneiss; la plupart sont caractérisés par la forte prédominance du mica blanc; le grenat apparaît en quantité plus ou moins abondante dans plusieurs d'entre eux; on trouve également des schistes micacés à tourmaline ou à amphibole. Deux échantillons caractérisés par la présence de la zoïsite diffèrent du reste notablement par leur constitution, l'un est formé par un feutrage d'apatite de sphène, de magnétite, d'hématite, de pyroxène, d'amphibole d'ouralitisation, de quartz, de mica blanc, de zoïsite, de grenat et de chlorite; l'autre est constitué essentiellement par du quartz, du mica blanc et du clinochlore avec de petits cristaux d'amphibole, de pyroxène et de zoïsite.

L'auteur a également étudié toute une série de schistes chloritomicacés, dont plusieurs paraissent appartenir aux schistes de Casanna. La roche étant formée essentiellement de quartz, de chlorite et de mica blanc, les éléments accessoires varient avec les échantillons; ce sont suivant les cas l'amphibole, le glaucophane, l'épidote, le grenat, le sphène, la magnétite, la pyrite; le feldspath, est assez abondant dans certaines variétés; un échantillon particulièrement riche en épidote et pauvre en mica est classé comme schiste chlorito-épidotique.

5 spécimens de schistes chloriteux diffèrent les uns des autres surtout par les quantités relatives qu'ils contiennent de quartz, de feldspath et d'épidote.

2 blocs d'éclogite à glaucophane sont caractérisés par l'abondance du grenat, qui apparaît en gros cristaux au milieu d'un assemblage fin de mica blanc et de glaucophane.

Parmi les amphibolites l'auteur décrit un premier type formé essentiellement par une hornblende d'ouralitisation et par de la zoïsite avec de gros grains de grenat, un second type contenant outre l'amphibole du quartz et un feldspath indéterminable, et un troisième type riche en feldspath.

Une pyroxénite, trouvée près d'Onex, est entièrement composée par un pyroxène intermédiaire entre la bronzite et l'hyperstène; enfin 2 échantillons de serpentine sont caractérisés par la présence du diopside.

Roches détritiques. — M. Loup a examiné ensuite 4 spécimens de grès, dont l'un est un grès de Taveyannaz typique, tandis que 2 autres sont des grès calcaréo-quartzeux et que le quatrième renferme surtout du quartz avec de la chlorite et divers produits de décomposition indéterminables.

Roches éruptives. — Parmi les roches granitiques l'auteur décrit d'abord 2 échantillons de granits typiques à mica noir, puis 2 spécimens de granit à amphibole verte et une microgranulite qui ressemble à la microgranulite de Salanfe.

Les gabbros plus ou moins ouralitisés sont nombreux dans l'erratique des environs de Genève; l'auteur en examine 9 exemplaires, qui diffèrent les uns des autres surtout par les quantités relatives des éléments feldspathiques et pyroxéniques, par leur teneur en olivine et par le degré plus ou moins avancé de leur décomposition.

Les euphotides sont également abondantes et assez variables dans leur aspect; tandis que les unes sont restées grenues et compactes, d'autres ont pris une texture schisteuse; le degré de décomposition est aussi très inégalement avancé, aussi la teneur en hornblende (actinote), en mica blanc, en chlorite se modifie beaucoup d'un type à l'autre; la zoïsite apparaît dans plusieurs échantillons. La plupart de ces euphotides contiennent en outre du chloritoïde, qui forme de grands cristaux, profondément entaillés et simulant parfois des formes squelettiques; ce minéral est parfois mâclé selon (001), ses propriétés optiques varient, concordant tantôt avec celles données par M. Michel Lévy, tantôt avec celles données par M. Duparc; la bissectrice aiguë est positive et le plan des axes est parallèle à l'allongement; certaines plages sont incolores, tandis que d'autres sont vertes et polychroïques.

En somme, si M. Loup a réussi à donner une diagnose précise des principaux types de roches cristallophylliennes, éruptives et détritiques qu'on rencontre dans l'erratique du bassin de Genève, il n'a pu en identifier qu'une petite partie avec des roches connues en place dans les bassins du Rhône et de l'Arve, ce qui provient surtout de l'état bien peu avancé encore de nos connaissances pétrographiques sur ces régions. Parmi les échantillons étudiés il en est pourtant un certain nombre dont l'origine peut être précisée. C'est le cas tout d'abord pour les poudingues de Valorsine et pour le granite-gneiss des Aiguilles Rouges, dont la position dans l'erratique des environs de Genève montre que, comme l'admettait déjà A. Favre, une partie des glaciers de la région supérieure de la vallée de Chamonix a dû se déverser par dessus le col des Grands Montets et suivre avec le glacier du Buet la vallée du Trient pour déboucher dans le Bas Valais.

En second lieu l'erratique étudié par M. Loup comprend d'assez nombreux éléments, qui peuvent être identifiés avec certitude avec les schistes de Casanna.

Une microgranulite trouvée près de Farges au pied du Jura semble devoir provenir de Salanfe.

L'élément le plus intéressant au point de vue pétrographique parmi les matériaux étudiés, est formé par les euphotides à chloritoïde, dont quelques-unes semblent se rattacher à des types connus de la vallée de Saas, tandis que d'autres se rapprochent plutôt des euphotides du glacier de l'Allalin étudiées par M. Schäfer.

Il reste à noter l'absence complète de roches pouvant provenir des chaînes qui bordent au N la vallée du Valais, absence qui s'explique du reste facilement par le fait que la partie droite du grand glacier valaisan devait former vers l'aval la branche rhénanne et se diriger vers le NE sur le plateau suisse.

IIe PARTIE — **GÉOPHYSIQUE**

Actions et agents externes.

Sources et eaux d'infiltration

M. A. Heim, qui a été mis constamment en relation avec des **chercheurs d'eau** non géologues, a donné un résumé fort instructif de ses observations dans ce domaine (**31**). Il constate tout d'abord que la plupart de ces chercheurs d'eau donnent absolument au hasard des indications qui sont le plus souvent fausses. Il en est pourtant quelques-uns qui peuvent fournir des renseignements utiles et qui ne se trompent qu'exceptionnellement; ces derniers paraissent se répartir en 2 catégories; dans la première il faut classer un certain nombre de personnes qui, s'étant exercées à ce genre d'observations, arrivent à reconnaître les endroits où l'eau doit se trouver en profondeur; cette notion, qu'elles ne s'avouent pas, suffit pourtant pour leur faire faire inconsciemment à l'endroit voulu le petit mouvement de la main nécessaire pour faire lever ou baisser l'extrêmité de la baguette magique (dans les pays français elle s'élève, dans les pays allemands elle s'abaisse), et le chercheur d'eau acquiert ainsi par autosuggestion la certitude qui lui manquait.

La seconde catégorie comprend un nombre très limité de personnes qui éprouvent, lorsqu'elles se trouvent au-dessus d'une eau souterraine, une impression physiologique spéciale, en général un très faible tremblement, trop légère le plus