

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 10 (1908-1909)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Ire partie, Minéralogie et pétrographie  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-156864>

### **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:** 17.07.2025

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

des matières premières n'y sont cités qu'en tant qu'ils contiennent des données d'ordre scientifique et géologique.

La première partie qui vient de paraître établit la liste des travaux concernant d'abord la géologie générale de la Suisse, ou la géologie spéciale du Jura, ou celle des Alpes, puis des publications d'ordre pétrographique et minéralogique, et enfin des études stratigraphiques, ces dernières étant classées d'après le terrain auquel elles se rapportent.

M. Rollier, pour établir la classification des publications, s'est toujours basé sur la nature des faits et la situation des lieux observés plutôt que sur les théories développées par les auteurs à la suite de leurs observations. Il a éliminé tous les travaux d'ordre général ne se rapportant pas spécialement à la Suisse, en particulier les traités; mais il s'est efforcé de tenir compte de toutes les publications contenant l'exposé d'observations originales, y compris les courts résumés de communications faites à des sociétés.

En tête de son répertoire M. Rollier a énuméré les publications qui contiennent des listes bibliographiques plus ou moins complètes intéressant notre pays.

---

## 1<sup>re</sup> PARTIE. — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

### *Minéralogie.*

*Description des minéraux.* — M. G. LINCK (9) a étudié en détail un minéral qui se trouve abondamment répandu dans la dolomie de Campolongo, qui avait été pris d'abord pour du diaspore mais qui est en réalité une orthose. Les éléments de ce feldspath ne montrent que très rarement des formes cristallographiques et apparaissent presque toujours sous forme de grains fusiformes, aplatis suivant le plan de schistosité de la roche et frangés aux extrémités. Ils sont très riches en inclusions diverses, de quartz, de dolomie, de mica, de magnétite, de pyrite, de substance carbonneuse, dont la quantité varie du reste beaucoup, ce qui détermine des différences importantes, soit dans la densité ( $D = 2.509$  à  $2.57$ ), soit dans la coloration tantôt presque nulle, tantôt brun-foncé ou presque noire, soit dans la composition chimique. Celle-ci correspond à celle d'une orthose contenant jusqu'à 10 % et même davantage d'éléments étrangers. Le

feldspath est du reste parfaitement frais; entre 2 nicols ses extinctions sont très franches et l'on n'y aperçoit aucune trace de structure cataclastique, quoique les grains fusiformes soient souvent ployés dans le même sens que la roche encaissante.

Cette roche est une dolomie fortement micacée, bitumineuse et contenant par places une grande quantité de quartz avec des minerais de fer et une série de minéraux divers déjà décrits par Kenngott. La structure en est nettement fibreuse, le quartz et le mica sont souvent cataclastiques; l'orthose a des formes non seulement irrégulières mais corrodées, dans lesquelles la dolomie forme de profondes apophyses.

Quant à l'origine de cette dolomie et du feldspath qu'elle contient, il faut forcément envisager ce dernier comme d'origine métamorphique et l'idée la plus rationnelle consiste à dériver la roche en question d'un calcaire marneux; là où la silice était peu abondante le métamorphisme a donné naissance à du mica, là où elle était en quantité suffisante l'orthose s'est formée. Le fait que les cristaux d'orthose n'ont pas été brisés par le plissement de la roche montre que leur formation a été tardive.

M. J. KOENIGSBERGER (8) a signalé la découverte de cristaux de **Beryll** dans des fissures du gneiss de l'Adula sur le versant occidental du Piz Scharboden. Ce mode de gisement est nouveau pour le Beryll.

Il s'agit de cristaux prismatiques montrant seulement les faces (1010) et (0001) avec exceptionnellement (1011);  $a : c = 1 : 6$ . L'analyse chimique a donné de la silice, de l'alumine, de l'oxyde de beryllium et un peu de fer. Le poids spécifique est égal à 2.750.

Le Beryll était associé à des quartz fumés.

Les gisements classiques du **Binnenthal** continuent à attirer l'attention des minéralogistes. C'est ainsi que MM. R.-H. SOLLY et G.-T. PRIOR ont décrit de cette région (13) différents cristaux de **Tennantite**, dont l'un a la forme d'un cube strié profondément suivant le plan des faces du tétraèdre. Ces cristaux contiennent jusqu'à 8 % de zinc.

M. H.-L. BOWMAN, après avoir soumis à un examen attentif (3) les cristaux du Binnenthal décrits par M. Solly sous le nom de **Bowmanite**, est arrivé à la conviction que ce minéral est identique avec la **Hamlinite**. Les cristaux montrent

une division en 6 secteurs biaxes et sont par conséquent pseudo-hexagonaux.

M. A. HUTCHINSON (7) a analysé la **Lengenbachite**, un des nombreux sulfarséniures inclus dans la dolomie du Binnenthal. Ce minéral apparaît en cristaux tabulaires très minces probablement tricliniques. Le poids spécifique est égal à 5.85 à une température de 15.5°. La substance, décomposée dans un courant de chlore, a donné Pb 57.89, Ag. 5.64, Cu 2.36, Fe 0.17, As 13.46, Sb 0.77, S 19.33. En admettant que la petite quantité d'antimoine contenue dans ces cristaux remplace une quantité équivalente d'arsenic et que 2 Ag et 2 Cu jouent le rôle de Pb, l'auteur arrive au rapport atomique Pb : As : S à peu près = 7 : 4 : 13 et par suite à la formule empirique  $Pb_7 As_4 S_{13}$  qui revient à  $7 PbS \cdot 2 As_2 S_3$ .

Par sa composition chimique la Lengenbachite doit se placer parmi les sulfarséniures entre la Suitermanite et la Jordanite, de même que la Livéingite, la Baumhauerite et la Rathite s'intercalent entre la Sartorite et la Dufrenoyseite :

Sartorite $PbS \cdot As_2 S_3$	Dufrenoyseite $2 PbS \cdot As_2 S_3$
Livéingite $5 PbS \cdot 4 As_2 S_3$	Suitermanite $3 PbS \cdot As_2 S_3$
Baumhauerite $4 PbS \cdot 3 As_2 S_3$	Lengenbachite $7 PbS \cdot 2 As_2 S_3$
Rathite $3 Pb \cdot S \cdot 2 As_2 S_3$	Jordanite $4 PbS \cdot As_2 S_3$

Si l'on admet une relation déterminée entre le nombre des atomes de plomb, d'argent et de cuivre, on obtient Pb : (Ag Cu) : As : S à peu près = 6 : 2 : 4 : 13, ce qui conduit à formule  $Pb_6 (Ag, Cu)_2 As_4 S_{13}$  ou  $6 PbS \cdot (Ag, Cu)_2 S \cdot 2 As_2 S_3$ ; mais l'analyse effectuée par M. Hutchinson ne peut naturellement pas prouver que les quantités de cuivre et d'argent contenues dans la Lengenbachite soient constantes.

M. C.-O. TRECHMANN (14) a étudié plusieurs cristaux de **Sartorite** provenant de la dolomie du Binnenthal et décrit plus particulièrement 2 petits individus de moins d'1 mm. de longueur. Ces derniers sont nettement monocliniques, leurs orthodomes correspondant aux macrodomes de l'interprétation de v. Rath. Les hémipyramides positives et négatives sont richement développées; de nombreuses lamelles de macles suivant (100) coupent les cristaux. Le rapport des axes  $a : b : c = 1.2755 : 1 : 1.1949$  et  $\beta = 77^\circ 48'$ . Les faces cristallographiques déterminées sur ces 2 cristaux sont au nombre de 87; elles se répartissent comme suit: 3 pina-coïdes, 17 prismes, 6 clinodomes, 19 hémidomes positifs,

7 hémidomes négatifs, 16 hémipyramides positives, 19 hémipyramides négatives.

Les formes cristallographiques observées par M. Trechmann sur ces Sartorites sont remarquablement différentes de celles qu'avaient constatées v. Rath et M. Baumhauer; il n'y a guère coïncidence que dans la zone des prismes, où M. Trechmann a noté la fréquence des mêmes formes que MM. v. Rath et Baumhauer avaient relevées à de nombreuses reprises dans leur zone des brachydomes. L'attribution du minéral étudié à la Sartorite paraît bien démontrée, mais il se pourrait qu'on fût ici en présence d'un cas semblable à celui de la numite, dans lequel plusieurs minéraux de même constitution ont des formes presque exactement semblables suivant une zone, tandis que suivant les zones perpendiculaires des divergences considérables se manifestent entre eux. Des observations ultérieures devront encore éclaircir ce point intéressant.

M. Trechmann a communiqué les résultats de cette étude en langue allemande dans la *Zeitschrift für Krystallographie* (15).

M. K. Busz (4) a étudié plusieurs minéraux fixés sur le gneiss et provenant des bords du glacier du Rhône vers Gletsch. Ce sont :

Des **adulaires** en cristaux maclés suivant la loi de Baveno, qui montrent les faces (110) ( $\bar{1}01$ ) et (001).

Des **quartz** clairs ou légèrement fumés avec, outre les faces du prisme et des 2 rhomboèdres fondamentaux, ( $11\bar{2}1$ ) ( $31\bar{4}1$ ) ( $51\bar{6}1$ ) et plus rarement ( $41\bar{5}1$ ) (13.4. $\bar{1}7$ .4) ( $50\bar{5}3$ ) ( $30\bar{3}1$ ) ( $40\bar{4}1$ ) ( $07\bar{7}2$ ) (0.11. $\bar{1}1$ .1).

De petits cristaux de **milarite**, dont les faces dominantes sont (11 $\bar{2}0$ ) et (0001) et qui montrent encore (10 $\bar{1}0$ ) et (10 $\bar{1}1$ ).  
a : c = 1 : 0.66468.

Des **apatites** incolores ou violacées de dimensions très variables, qui peuvent aller jusqu'à 1.75 cm. de diamètre. La richesse des formes cristallographiques est extraordinaire; les faces dominantes sont : (10 $\bar{1}1$ ) (0001) et ( $11\bar{2}1$ ), mais l'auteur a constaté en outre : (10 $\bar{1}0$ ) (11 $\bar{2}0$ ) (4.0. $\bar{4}$ .21) (10 $\bar{1}3$ ) (10 $\bar{1}2$ ) ( $50\bar{5}7$ ) (70 $\bar{7}9$ ) (40 $\bar{4}5$ ) (80 $\bar{8}9$ ) (30 $\bar{3}2$ ) (20 $\bar{2}1$ ) (11 $\bar{2}2$ ) (21 $\bar{3}1$ ) (7.3. $\bar{1}0$ .3) (31 $\bar{4}1$ ) (41 $\bar{5}1$ ) (2132) (31 $\bar{4}2$ ). Chez beaucoup d'individus le développement inégal des 2 pôles du grand axe donne l'idée d'une hémimorphie. Le rapport a : c = 1 : 0.733529. Au point de vue chimique ces apatites, avec 2.93 %

de fluor, répondent presque exactement à la formule  $[(\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3]_3 \text{Ca F}_2$ .

M. A GREBEL (6) a récolté dans différents gisements nouveaux des échantillons intéressants de **galène**:

1° Un individu exceptionnellement tabulaire (100 111), couvert de petits cristaux de Wulfénite et associé à de l'adulaire, de la chlorite et de la calcite, trouvé dans une amphibolite au Bristenstock (Uri). Un autre échantillon du même gisement était couvert de cristaux de cerussite et associé à du quartz, de l'apatite, de l'adulaire, de l'albite et de la chlorite. Enfin un troisième individu était associé à de l'albite et de la calcite, sur lesquelles s'étaient développés des cristaux d'anatase et de brookite.

2° Des galènes ont été récoltées d'autre part dans des gisements de fluorine du Steinbruchgraben dans le Baltschiederthal; elles sont associées à des adulaires, des célestines, des calcites, des fluorines, des quartz et des dolomies.

3° De petits cristaux de galène proviennent du tunnel du Simplon, au kilomètre 9.400; ils étaient englobés dans des dolomies.

L'auteur termine par quelques remarques sur la répartition de la Wulfénite dans les Alpes.

Je citais l'an dernier une publication de M. H. BAUMHAUER, concernant les **associations d'hématite et de rutile**; depuis lors le même auteur (2) a complété ses observations et a reconnu pour ces associations une loi cristallonomique, suivant laquelle les rutiles se superposent avec leur face (100) sur la face (0001) de l'hématite avec une orientation telle que leur face (401) soit parallèle à la face  $(8\bar{1}\bar{7}0)$  de l'hématite. Le grand axe des cristaux de rutile forme ainsi avec un axe intermédiaire de l'hématite un angle de  $2^\circ 11' 36''$  et plusieurs des deutéropyrames du rutile coïncident approximativement avec des faces du prisme de l'hématite; mais il est certain que seules  $(\bar{7}8\bar{1}0)$  pour l'hématite et (041) pour le rutile jouent un rôle essentiel dans l'orientation relative des deux minéraux, d'abord parce que seules elles sont exactement parallèles, ensuite parce que l'hématite et le rutile sont soudés l'un à l'autre suivant le plan correspondant à ces 2 faces.

MM. L. DUPARC et HORNING (5) ont fait une étude physique et chimique de diverses **amphiboles** contenues dans des roches de provenances variées, dont un granite du Julier, 3

syénites de Plauen, de Ditrö et de Coschutz, une pseudo-syénite du Mont Blanc, une diorite de l'Odenwald, une amphibolite des Aiguilles Rouges, 2 gabbros ouralitisés de l'Oural. Ils sont arrivés par ce travail à envisager la composition des hornblendes comme le résultat du mélange des trois silicates suivants :  $R''_4 Si_4 O_{12}$ ,  $R''_2 R''_2 Si_3 O_{12}$  et  $R'_2 R''_2 Si O_6$ .

*Minéraux exploités.* — Nous devons à M. C. SCHMIDT (12) un rapport en partie scientifique et en partie technique sur les exploitations existant en Suisse d'**asphalte**, de **sél** et de **minerais divers**.

A propos de l'**asphalte** l'auteur, citant seulement les calcaires bitumineux de Saint-Aubin et de La Sarraz, décrit les gisements d'asphalte du Val-de-Travers. Il s'agit, comme on le sait, d'une zone épaisse de 2 à 8 m. dans l'Urgonien supérieur qui est imprégnée de bitume (jusqu'à 12 %).

A propos des gisements de **sél**, M. Schmidt donne une série de renseignements d'abord géologiques, puis historiques et scientifiques sur l'exploitation des mines de Bex.

Quand aux minerais, ils sont très nombreux et variés en Suisse, quoiqu'ils n'aient donné lieu qu'à fort peu d'exploitations rentables. Dans le Jura le seul minerai d'une certaine importance est le minerai de fer qu'on trouve dans le **Sidérolithique**. Ces dépôts sont considérés par l'auteur comme une terra rossa formée par lévigation sur la surface d'un continent exposé à un climat tropical; leur teneur en fer varie infiniment et leur composition présente tous les passages du limon ferrugineux aux pisolithes presque pures. Vu leur richesse si inégale et leur manque de continuité les minerais de fer du Sidérolithique ont perdu rapidement de leur importance et ne sont plus exploités qu'à Delémont. En dehors du Sidérolithique on a exploité aussi localement dans le Jura les couches limonitiques du Valangien supérieur dans la vallée de Joux et la région de Sainte-Croix, puis les oolithes ferrugineuses des couches à *Ludw. Murchisonae* dans la région d'Undervelier et des Rangiers et les oolithes ferrugineuses calloviennes dans le Frickthal.

Sur le plateau suisse les exploitations de minerais se sont réduites à quelques laveries d'or toutes abandonnées actuellement.

Les régions alpines sont évidemment les plus riches en gisements de minerais. L'auteur y étudie en commençant la répartition des **minerais de fer**; il cite d'abord les oolithes fer-

rugineuses nummulitiques de la nappe du Sântis qui ont été exploitées momentanément vers l'extrémité S du lac de Lovrenz; des couches analogues ont été utilisées aussi au-dessus du glacier de Rosenlauri.

Au Gonzen le Malm contient une couche d'hématite associée en proportion variable à de la magnétite, de la limonite, de la sidérite et à divers minerais de manganèse, de laquelle le fer a été extrait d'une façon intermittente depuis l'époque romaine jusqu'en 1876.

Dans les Alpes d'Untervald on a utilisé pour l'extraction du fer des oolithes ferrugineuses qui se trouvent au niveau du Callovien sous forme de lentilles et qui contiennent par places une quantité importante de Chamoisite. L'exploitation s'est concentrée sur le versant N du Genthal à Erzegg et Planplatten, et n'a du reste jamais donné de résultats satisfaisants. Des oolithes ferrugineuses se retrouvent au même niveau dans les Alpes au S du lac de Brienz, puis dans le massif du Muveran, en particulier au-dessus de Chamoson, mais il ne s'agit jamais que d'amas lenticulaires locaux. A Chamoson l'oolithe contient comme dans le Genthal une quantité importante de chamoisite (40 %) mêlée à du carbonate de chaux, du carbonate de fer, de la magnétite, de la limonite et du quartz.

Dans la série autochtone qui recouvre le massif de l'Aar on trouve depuis les Alpes grisonnes jusque dans l'Oberland bernois un niveau très caractéristique d'oolithe ferrugineuse dans le Callovien. Les concrétions oolithiques, lorsqu'elles n'ont pas subi de métamorphisme, sont formées essentiellement d'hématite (41 %) de chamoisite (27 %) et de calcite (16 %), auxquelles se mêlent des éléments argileux, du quartz et très peu de carbonate de fer. Cette couche, connue sous le nom « Blegioolith, » a été exploitée à différents endroits.

A Amone, dans le val Ferret suisse, on a exploité un gisement important de pyrite, qui se trouve sous forme d'imprégnation abondante au contact des calcaires du Malm et des schistes du Dogger, dans la série qui revêt le versant S du massif du Mont Blanc; dans l'intérieur des calcaires supra-jurassiques, la limonite existe en grande quantité par places, particulièrement là où la roche contient de nombreux débris de polypiers.

La dolomie du Lengenbach, qui forme dans la zone des Schistes lustrés, plus particulièrement dans la vallée de Binn, le soubassement stratigraphique des schistes, contient par

places en quantité notable des minerais de fer, dont les plus abondants sont la sidérite, la magnétite, l'hématite et la limonite. Enfin les gisements de fer les plus importants du Valais sont ceux du Mont Chemin à l'E de Martigny. Ici le minerai est de la magnétite, qui forme des amas au sein d'une roche amphibolique riche dans toute sa masse en FeO; cette roche est intimement liée à des calcaires marmoréens inclus, sous forme de zones répétées, dans des gneiss chloriteux sous-jacents à la protogine du Mont Blanc.

Dans les Grisons on a exploité le minerai de fer sur un grand nombre de points et dans des gisements très variés. C'est ainsi que dans le val Tisch et le val Tuors on a utilisé la limonite et l'hématite qui imprègnent par places soit le Verrucano, soit la dolomie triasique; à Casanna au-dessus de Klosters on a exploité la limonite qui remplit des fissures dans la dolomie principale; au Monte Buffalora près de l'Ofenpass on a extrait de la limonite d'une poche creusée dans la dolomie principale. Dans le val Avers divers minerais de fer existent soit dans le Trias qui recouvre le porphyre de la Rofna, soit dans ce porphyre lui-même au voisinage de son contact avec le calcaire; le minerai s'intercale en couches parallèles à la stratification du Trias et à la schistosité du porphyre et comprend de l'hématite, de la sidérite et de la magnétite. L'exploitation est interrompue dans cette région depuis 1845. Enfin, on a extrait du fer de veines minéralisées incluses dans une diorite schisteuse au-dessus de Truns, dans le val Puntaiglas, et qui contiennent de la magnétite, de l'hématite, de la pyrite, de la chalcopyrite, accompagnées de limonite, de malachite et de cuprite comme produits secondaires.

A propos du Tessin M. Schmidt cite une ancienne extraction d'hématite dans une poche creusée dans le gneiss du val Morobbia et une exploitation toute semblable dans le gneiss du val Colla.

Les **minerais de manganèse** n'ont été exploités jusqu'ici que dans l'Oberhalbstein; ce sont des amas lenticulaires de psilomélane, qui paraissent toujours être associés à des gisements de roches ophithiques et de radiolarites; l'imprégnation psilomélanitique s'est produite tantôt dans des corneules triasiques, tantôt dans des schistes à radiolaires. Il existe du reste des radiolarites à psilomélane, toutes semblables à celles de l'Oberhalbstein dans le versant S du Piz Lischanna (Basse Engadine).

Les gisements de **galène** et de **blende** sont assez fréquents en Suisse; on en trouve d'abord dans les Grisons sous forme d'intercalations dans le Trias austro-alpin; c'est ainsi que dans la vallée de Davos et la chaîne de l'Amsselfluh le calcaire du Wetterstein comprend une zone bréchiforme sillonnée de calcite et imprégnée sur 8 à 10 m. d'épaisseur de blende et de galène à peine argentifère; de même dans la région du val Scarl (Basse Engadine) le calcaire du Wetterstein et les couches de Raibl contiennent fréquemment les 2 mêmes minerais.

La galène existe d'autre part dans le Schams près de Zillis, où elle imprègne la brèche granitique bien connue sous le nom de Taspinite et où elle est associée surtout à de la baryte; elle contient jusqu'à 3 % d'argent.

Mais les gisements de galène sont surtout abondants dans le domaine des roches cristallophylliennes; ainsi dans la région de Vernayaz on a exploité, dans les deux versants de la vallée du Rhône et de part et d'autre du synclinal houiller de Salvan, des filons de quartz riches en minerai de plomb. Au Mont Chemin les gneiss injectés en contact avec la protogine contiennent par places des amas lenticulaires ou des filons de quartz, qui sont en partie riches en galène, et des gisements analogues se retrouvent le long du versant S du massif du Mont Blanc, au pied N du Catogne, aux environs de la Combe d'Orny, etc..

La mine de plomb de Goppenstein (Lötschenthal), la seule qui soit actuellement en exploitation, tire son minerai d'une zone fortement minéralisée intercalée dans le flanc S du massif cristallin de l'Aar. Cette zone, encadrée entre des schistes amphiboliques et des gneiss sériciteux au moins en partie d'origine éruptive, est sillonnée de filons de quartz, parallèles à la schistosité de la roche, d'épaisseur extrêmement variable et peu continus, qui sont en général imprégnés de galène, de blende et de pyrite. Un gisement de même nature existe dans le fond de la vallée de Lauterbrunnen à Trachsellaenen.

Les gisements de galène et de blende sont fréquents dans la zone des schistes cristallins du Grand-Saint-Bernard à travers tout le Valais, ainsi à Verbier au-dessus de Chables, à l'Alpe Siviez au-dessus de Nendaz, à la Barma, à la mine Comtesse et à la Maison Vieille dans le Val d'Hérens, à Blesen un peu au S de Chippis.

Dans le canton du Tessin l'auteur cite des veines de quartz riches en galène coupant les schistes cristallins dans le val

Cadlimo, au N du val Piora, et, d'autre part un filon de baryte et de galène qui passe au contact d'un quartzporphyre et d'une porphyrite au NE de Figino sur les bords du lac de Lugano.

A propos des **minerais de cuivre** M. Schmidt décrit d'abord un intéressant filon dolomitique, qui coupe obliquement le Verrucano sur environ 1 1/2 kilomètre entre la Mürtschenalp et le Kalsthal dans les Alpes glaronnaises. La masse dolomitique du filon est imprégnée de minerais de cuivre divers, dont le point de départ doit être la chalcopryrite, et auxquels sont associés différents composés du fer, du molybdène, de l'uranium et par places de l'argent natif. Des gisements analogues se retrouvent sur d'autres points des Alpes glaronnaises ainsi que dans le Verrucano des Grisons. Au Gnapperkopf, au-dessus de Vättis (Calanda) le « Röthidolomit » est injecté de quartz auquel s'associe du Fahlerz.

La région la plus riche de Suisse en minerais de cuivre est celle des Alpes valaisannes et plus particulièrement la zone cristallophyllienne du Grand Saint-Bernard-Bérisal, dans laquelle les minerais de cuivre sont associés à d'autres contenant de l'argent, du nickel, du cobalt, du bismuth. M. Schmidt cite les gîtes métallifères du val d'Anniviers exploités dans cette zone dans les vals d'Anniviers et de Tourtemagne, en indiquant pour chacun ses propriétés minéralogiques et géologiques particulières; notons simplement qu'on distingue facilement parmi ces gisements des filons-couches et des filons proprement dits. Dans ces mêmes vallées de Tourtemagne et d'Anniviers, on rencontre aussi des gîtes cuprifères et argentifères compris dans les Schistes lustrés et associés aux roches ophitiques. Le minerai est dans ce cas essentiellement de la chalcopryrite, à laquelle sont associés par places du fahlerz, de la galène, de la blende, de la baryte. M. Schmidt donne sur les diverses mines exploitées dans ce secteur un grand nombre de renseignements, qu'il est impossible de résumer ici.

Dans les Grisons on connaît comme gîtes cuprifères les filons quartzeux à fahlerz qui traversent le gneiss de Rofna à l'Alp Ursera, au-dessus d'Andeer, puis les serpentines à pyrite et chalcopryrite de l'Oberhalbstein.

Enfin l'auteur termine son article par quelques indications sur les gîtes de nickel associés aux serpentines de la Basse Engadine et sur les rares mines d'or de notre pays, Gondo (Valais), Astano, Novaggio et Tesserete (Tessin). Le minerai est ici partout de la pyrite ou de la chalcopryrite aurifère. A

ces gîtes on peut relier la mine de leucopyrite aurifère de Salanfe (Valais) et le gisement curieux de la Goldene Sonne au pied SW du Calanda, où les schistes du Dogger inférieur sont traversés par une infinité de filons de quartz et de calcite, dans lesquels sont semés de la pyrite et un peu d'or natif en fines paillettes ou en agrégats dendritiques.

A la suite de cette publication il convient de citer un rapport fait par M. H. SCHARDT (11) pour le *Dictionnaire géographique de la Suisse* sur les **produits minéraux de la Suisse**. Ce travail, qui n'a pas la prétention d'être ni complet, ni original, débute par quelques renseignements sur les gisements les plus connus de quartz, de feldspath, d'épidot, de tourmaline, d'amphibole, de talc, de grenat, de staurolite, de chlorite, de mica, de titanite, de rutile, brookite et anatase, de calcite, de gypse cristallisé, de spathfluor, d'apatite et de divers minéraux métallifères.

L'auteur aborde ensuite la description des exploitations minières de notre pays en commençant par les mines de charbon et de substances bitumineuses. Il cite les deux ou trois gisements de mauvais graphite qui ont été exploités dans le Valais et les mines d'antracite de Chandolin, Grange, Grône et Bramois ouvertes dans la zone axiale houillère du Valais; puis il parle des quelques exploitations tentées sans grand succès dans les couches de houille intercalées dans le Dogger à Mytilus de la zone de Gastlosen-Laimaire-Col de Vernaz. Enfin il s'étend plus longuement sur les mines de lignite de la région molassique.

Ces charbons sont inclus, de Paudex et la Conversion à l'E de Lausanne par Chatillens, Oron, Palézieux jusqu'à Semsales, dans les marnes à *Helix Ramondi*; on en retrouve de nombreux gisements toujours peu importants et difficilement exploitables dans d'autres régions du Plateau occidental et à des niveaux divers de la Molasse. Mais il faut aller jusqu'à la région de Käpfnach sur les bords du lac de Zurich pour rencontrer de nouveau des mines d'une valeur réelle. Ici le charbon est compris dans la Molasse d'eau douce supérieure et est exploité concurremment avec les matériaux marneux auxquels il est mêlé. Des gisements de charbon existent du reste sur un grand nombre de points dans la Suisse orientale, tantôt au niveau de l'Aquitainien, tantôt au niveau de l'Éningien, mais le combustible ne se trouve pour ainsi dire jamais dans des conditions exploitables.

Des charbons interglaciaires ont été utilisés dans la région

de Dünten et de Unter Wetzikon (Zurich) et de Uznach (Saint-Gall).

Les tourbières font l'objet d'un chapitre spécial, dans lequel l'auteur, après avoir fait ressortir le contraste qui existe entre les tourbières planes ou inondées et les tourbières bombées ou exondées, décrit successivement les grandes tourbières des vallées synclinales du Jura, les tourbières du plateau molassique, dont les unes occupent d'anciens bassins lacustres, d'autres des dépressions d'un paysage morainique, d'autres encore des zones basses de la Molasse, enfin les tourbières des régions alpines.

M. Schardt nous fournit quelques renseignements sur les mines d'asphalte du Val de Travers, ouvertes, comme on le sait, dans les calcaires bitumeux de l'Urgonien, puis il passe aux mines de sel et réunit en somme sur ce sujet à peu près les mêmes données que nous avons trouvées dans l'article précité de M. Schmidt.

De même le chapitre que M. Schardt consacre aux gîtes métallifères contient en plus résumé la même matière que le chapitre correspondant de M. Schmidt. Il est suivi de quelques pages, dans lesquelles l'auteur traite des matériaux de construction. Comme pierres à bâtir on utilise en Suisse les matériaux les plus divers, d'une part, des roches cristallines, granites des massifs de l'Aar et du Gothard, gneiss du Tessin ou des massifs centraux etc...., d'autre part et surtout des calcaires. Dans le Jura l'on exploite dans ce but surtout l'Hauterivien supérieur et le Valangien inférieur (marbre bâtard) comme calcaires crétaciques, et, comme calcaires jurassiques, le Portlandien du Jura neuchâtelois et du val Saint-Imier, le Kimmeridgien de Soleure, le Séquanien de la région de Laufon, le Rauracien de Sainte-Ursanne, Soyhières, Movelier, la Dalle nacrée du Callovien, les calcaires oolithiques bathoniens.

Dans les régions alpines on exploite comme pierre à bâtir d'abord le Néocomien à Collombey, puis surtout l'Urgonien sur un grand nombre de points; mais ce sont plus particulièrement les calcaires jurassiques qui entrent ici en ligne de compte, et parmi eux en première ligne, les calcaires supra-jurassiques des Préalpes et des Hautes-Alpes calcaires, puis les calcaires liasiques des Préalpes médiales (marbre d'Arvel); enfin il faut citer encore de cette région les calcaires triasiques de Saint-Triphon (vallée du Rhône).

Les marbres exploités dans notre pays proviennent en grande partie du Valais (marbre triasique de Saillon, mar

bres de la Batiâz et du Mont Chemin près de Martigny, etc.).

Quant à la Molasse des carrières sont ouvertes suivant les régions dans l'un ou l'autre de ses niveaux : la Molasse cœnigienne est exploitée en particulier dans les cantons de Thurgovie et de Lucerne, la Molasse marine fournit en général les meilleurs matériaux, grès fins ou homogènes ou grès grossiers (Seelaffe); dans les environs de Lausanne on utilise la Molasse grise (Burdigalien); enfin sur la bordure des Préalpes et des chaînes calcaires externes les grès de Ralligen (Aquitaniens) donnent par places de bons matériaux. Les grès du Flysch ne sont utilisés que localement et dans des carrières temporaires.

Les ardoisières se rencontrent dans des terrains très divers, d'abord dans le Carbonifère du synclinal de Salvan et de la zone axiale houillère aux Mayens de Sion, à Nendaz et Plan Baar, puis dans les Schistes lustrés qui sont fréquemment exploités dans le Haut Valais, puis dans le Flysch comme dans la vallée de Frutigen, dans les environs de Meiringen, dans le Sernfthal, etc.

Enfin M. Schardt termine son exposé en donnant encore quelques renseignements sur les gisements de pierre ollaire et d'asbeste, sur les marnes employées comme terre d'amendement, sur les exploitations de graviers, sur les terres à briques qui font partie presque toujours des terrains pleistocènes ou tertiaires, sur les sables vitrifiables du Sidérolithique jurassien, sur l'industrie de la chaux et du ciment, et finalement sur les exploitations de gypse qui, soit dans le Jura argovien, soit dans les Préalpes, sont liées aux affleurements de Trias.

M. L. ROLLIER (10) a décrit à l'usage du grand public les conditions dans lesquelles apparaissent les **dépôts de fer pisolithique** à la base des bolus sidérolithiques. Il s'est attaché à démontrer l'âge éocène de ces formations et leur nature de sédiments lacustres ou palustres. Il a fait ressortir l'immense extension que prennent les dépôts pisolithiques, non seulement dans le Jura, mais aussi bien loin en dehors de ses limites, et a fourni, pour finir, quelques renseignements sur les exploitations anciennes et modernes de ce minerai de fer.

Nous trouvons d'autre part, quelques renseignements sur les fers pisolithiques du Sidérolithique jurassien dans une courte notice de M. E. BAUMBERGER (1), qui signale en outre les oolithes ferrugineuses qu'on rencontre dans diverses régions du

Jura au niveau du Bajocien inférieur, du Callovien et du Valangien.

### *Pétrographie.*

En réponse aux objections que M. L. Duparc a faites à son hypothèse de l'âge tertiaire du granite du Mont-Blanc (voir *Revue* pour 1906), M. C.-G.-S. SANDBERG (24) a publié une courte notice, dans laquelle il insiste d'abord sur l'évidence d'un métamorphisme intense et se propageant souvent à de grandes distances, déterminé par des intrusions de magmas granitiques. Il fait ressortir le fait que le métamorphisme croît de la charnière à la racine dans les anticlinaux, de l'extérieur vers la charnière dans les synclinaux et il explique en particulier par ce fait la présence, au fond des synclinaux de schistes lustrés, de roches vertes, qu'il considère au moins en partie comme des produits de métamorphisme.

L'auteur constatant que les granites alpins ont participé au plissement des schistes encaissants, et admettant qu'au moment de ce plissement ils étaient encore aptes à produire un métamorphisme, arrive à cette conclusion que leur mise en place ne peut pas être plus ancienne que l'Oligocène, que leur âge tertiaire est donc démontré.

Reprenant ensuite la question des conglomérats à éléments cristallins, les uns anté-houillers, les autres houillers, les autres encore jurassiques, M. Sandberg cherche à prouver que les galets cristallins de ces poudingues ont forcément dû subir, avec tout le complexe dans lequel ils sont englobés, un métamorphisme profond postérieur à leur dépôt, que leur analogie avec certaines roches des massifs voisins provient simplement de l'identité du métamorphisme ayant agi sur les uns et sur les autres et qu'elle n'implique par conséquent pas du tout que ces galets soient dérivés des roches auxquelles MM. Duparc et Ritter ont voulu les rapporter. L'argument tiré de la composition des poudingues polygéniques en faveur d'un âge précambrien du granite du Mont Blanc n'a donc plus aucune valeur aux yeux de l'auteur.

Il suffit de signaler ici un court exposé, fait par M. U. GRUBENMANN (18) de ses idées sur le métamorphisme des roches et ses causes diverses, idées que nous avons analysées tout au long dans les *Revue*s pour 1904 et 1906.

M. G. KLEMM (22), continuant son exploration du massif cristallin du Tessin, a étudié d'abord la coupe du Nufenen en suivant l'Eginenthal. Il a trouvé là, sur les sédiments mé-

tamorphisés du synclinal d'Urseren, une zone, dans laquelle les schistes sont injectés et mêlés à des filons granitiques, puis le granite seul, qui se continue sous des formes diverses mais toutes plus ou moins schisteuses jusqu'au pied du col, et qui supporte là, sans intercalation d'une zone de mélange, une nouvelle série de sédiments métamorphisés.

L'auteur étudie ensuite un profil pris dans le Val Bedretto vers All'Acqua et l'Alpe della Cassina. Ici le bas des pentes est formé par le prolongement de la zone des « gneiss de Sorencia » qui comprend en abondance des micaschistes et des schistes phylliteux; sur ces couches plongeant au N vient le complexe puissant du granite de Pizzo Rotondo, qui est séparé des schistes sous-jacents par une zone de mélange bien caractérisée avec filons granitiques et injections accentuées, tandis que vers le haut il est recouvert sans transition par un complexe de schistes injectés. Cette disposition rappelle exactement celle qui existe dans le val Tremola et il semble que le granite du Pizzo Rotondo-val Tremola correspond à une poussée tardive du magma qui s'est produite après l'extinction de l'effort tangentiel.

Dans la région d'Airolo l'auteur s'est préoccupé plus spécialement d'un complexe compliqué formé de schistes divers (schistes amphiboliques, phyllites à zoïsite etc.) qui représente le prolongement des Schistes lustrés du Nufenen et dans lequel s'intercalent des bancs de conglomérats métamorphisés; puis il a étudié les schistes à trémolithe et les calcaires dolomitiques de Campolungo et de la région avoisinante et a pu faire ressortir la rapidité avec laquelle le faciès change longitudinalement dans une même zone de schistes suivant le degré et la nature du métamorphisme. A propos des fameux schistes à paragonite qui affleurent dans ce territoire, dans le versant S du Pizzo Forno, il se rallie absolument à l'idée émise par M. Weinschenk, d'après laquelle ces schistes seraient des roches filoniennes enrichies pendant leur pénétration dans leur milieu ambiant en paragonite, disthène, staurolithe, etc., et rendues schisteuses par une pression, agissant sur elles pendant leur consolidation.

Enfin la partie la plus importante de cette notice est consacrée à la zone de contact des « gneiss » du Tessin avec la zone des roches amphiboliques et des cornéennes de Belinzona (zone d'Ivrée). M. Klemm a pu constater qu'ici le métamorphisme de contact est évident, que le soi disant gneiss, qui est en réalité un granite, pénètre en d'innombrables filons dans les schistes voisins et qu'il englobe des in-

clusions tout aussi nombreuses de ces derniers. Il y a donc sans aucun doute ici un contact primaire entre une roche intrusive et une calotte sédimentaire.

Par contre la zone des schistes amphiboliques est séparée de celles des schistes micacés et gneissiques du Monte-Cenero par une zone de dislocation et de broyage qui implique des mouvements certainement considérables. Ces schistes de la zone des lacs subalpins, dont l'âge est en tout cas précambrien, n'ont donc rien de commun avec le massif tessinois sur lequel ils s'appuient par chevauchement. Quand au gneiss du Tessin l'auteur maintient qu'il faut forcément l'envisager comme une roche endogène en tous cas plus jeune que le Lias, qu'il coupe de ses filons. L'intrusion de ces granites étant certainement en relation avec le soulèvement de la région et celui-ci devant être considéré comme la cause première de la formation à l'époque oligocène-miocène de grandes nappes de recouvrement alpines, l'auteur considère comme probable un âge même beaucoup plus récent, oligocène-miocène, de cette intrusion.

M. E. HUGI (21) a publié les résultats d'une première série d'observations faites sur la **zone septentrionale de gneiss du massif de l'Aar**. Il commence par exposer les arguments péremptoires qui militent en faveur de l'origine éruptive de la plus grande partie au moins de ces gneiss; puis il aborde la question de la genèse des schistes sériciteux qui bordent les gneiss au S; il montre que gneiss et schistes sont reliés par une transition graduelle et voit dans les seconds un produit de métamorphisme de quartzporphyres d'abord disloqués mécaniquement, puis injectés par des émanations pneumatolitiques.

En faveur de l'origine éruptive des gneiss de la zone septentrionale M. Hugi cite des schistes qui se trouvent au Wendenpass en contact avec le gneiss, entre celui-ci et les Zwischenbildungen, et qui montrent les marques les plus indiscutables d'un métamorphisme de contact.

La structure des gneiss concorde aussi avec cette manière de voir, mais l'argument le plus concluant qu'on puisse émettre en faveur de celle-ci réside dans la présence de très nombreuses inclusions dans la masse du gneiss en même temps que dans les phénomènes de résorption très étendus que montre ce dernier. Les inclusions sont du reste nettement limitées au voisinage des sédiments encaissants, soit le long de la bordure de la zone gneissique, soit suivant les lignes d'affleu-

rement des coins calcaires enfoncés dans le Cristallin. Au point de vue minéralogique et chimique, elles se divisent très nettement en 2 catégories l'une d'origine marneuse-argileuse, l'autre d'origine calcaire-dolomitique.

Les inclusions d'origine argileuse n'ont été reconnues comme telles que très récemment par M. Sauer ; elles comprennent des types de roches très divers, dont l'auteur décrit plusieurs exemples et présentent partout le caractère de formations métamorphisées et injectées.

Les inclusions calcaires atteignent des dimensions généralement plus grandes en particulier à Schaftelen, au Lauteren See, à Stieregg, au Schœnalhorn et vers la chute du glacier de Wenden. Formées de carbonate de chaux, ou, plus rarement, de dolomie, elles sont toujours riches en silicates vers la périphérie, en même temps que le grain, plutôt grossier à l'intérieur, devient de plus en plus fin vers l'extérieur. Leur structure ne porte pas de traces accusées d'écrasement. Les minéraux de contact qui s'y rencontrent sont : le grenat, le diopside (souvent très abondants), des feldspaths, l'antigorite ou le chrysotile en agrégats qui enveloppent parfois un noyau de Forsterite ; plus rarement on y trouve du vésuviane, de la titanite, du quartz, de la mouscovite, de la magnétite, de la pyrite, du graphite.

Au point de vue des formes de métamorphisme subies par les diverses inclusions calcaires qu'il a étudiées, l'auteur distingue 3 types fondamentaux.

Dans le premier on constate les effets d'un métamorphisme de contact très net, tandis que les efforts mécaniques paraissent n'avoir exercé qu'une influence peu importante, évidemment postérieure au métamorphisme de contact. A ce groupe appartiennent les inclusions calcaires de l'Aeussere Urweid, du lac de Lauteren et du Dossenhorn.

Un second type, qui comprend les inclusions calcaires des environs d'Innertkirchen, de Stieregg, du Zäsenberg, de Wendenalp, et du Sustenpass, a subi successivement l'action d'un métamorphisme de contact pur, puis d'un écrasement énergétique et enfin, à un faible degré, de minéralisateurs pneumatolitiques.

Le troisième type est caractérisé par l'action prépondérante des minéralisateurs qui s'y est marquée et par les signes d'un écrasement assez accusé. Ces inclusions se trouvent souvent au contact des pegmatites et dans des schistes sériciteux, que l'auteur considère comme également pneumatolisés. La minéralisation dans leur sein a dû se poursuivre

fort longtemps et continuer après que les efforts mécaniques avaient cessé de se faire sentir. Les meilleurs exemples qui en soient connus se trouvent vers Schaftelen, au Schönalphanhorn et au Gstellihorn.

En terminant M. Hugi émet l'opinion que les gneiss, ou plus exactement les granites, dont il s'est occupé, sont d'âge postcarbonifère, sans pouvoir préciser davantage.

M. U. GRUBENMANN (17) a décrit un échantillon de **schiste injecté** récolté dans le voisinage de roches pegmatitiques entre Brissago et Ascona, sur les bords du lac Majeur. La roche est composée essentiellement de quartz, de biotite et de mouscovite, et contient du grenat en quantité variable. Sous le microscope on constate que la biotite est accompagnée de sillimanite en faisceaux serrés très abondants; la mouscovite paraît être secondaire; les micas et la sillimanite forment des feuilletés ondulés qui enveloppent des lentilles de quartz, de feldspath (orthose et plagioclase basique) et de grenat. La structure de la roche est nettement cristalloblastique et l'injection pneumatolitique ne se manifeste que dans les associations de quartz et de feldspath.

L'auteur donne les résultats de 2 analyses de cette roche, qui est caractérisée par un fort excès en alumine et par la prédominance de  $MgO + FeO$  sur les alcalis. L'excès en alumine doit avoir été primaire dans le sédiment, qui a été métamorphosé en partie par injection, en partie par contact direct, et a pris ainsi l'aspect d'un gneiss profond.

M. H. PREISWERK (23), le fidèle collaborateur de M. C. Schmidt pour l'exploration géologique des Alpes lépontines, a réuni en vue d'une étude pétrographique spéciale un abondant matériel appartenant au groupe bien connu des **schistes verts** ou **pietre verdi** et provenant du massif du Simplon. Ces roches sont en majeure partie d'origine éruptive, mais profondément métamorphosées; elles s'intercalent, comme on le sait, dans les Schistes lustrés et dans les calcaires dolomitiques du Trias, toujours à proximité du contact entre ces 2 complexes; elles sont donc en partie liasiques. Comme elles passent parfois graduellement aux schistes calcaires, il faut admettre qu'elles comprennent aussi des tuffis stratifiés.

La principale zone d'affleurement de ces schistes verts se suit depuis la zone marginale des Schistes lustrés au S de Brigue par Binn et le Strahlgrat jusqu'au Banhorn. Une seconde zone va de la vallée inférieure de la Viège jusqu'à la Nanzlücke et une troisième, moins importante, jalonne un

autre synclinal de Schistes lustrés qui s'élève vers le Magenhorn.

Plus au S les gisements de Schistes verts sont beaucoup moins abondants et n'existent guère que suivant une zone dirigée N-S et qui passe par le Tschampigenkeller, le Monte Orfano, le Monte Larone au-dessus de Crodo et les montagnes comprises entre les vallées de Vigizzo et d'Onsernone. Suivant cette zone a dû exister aux temps triasiques-liasiques une ligne de fissures, suivant laquelle se sont élevées les magmas éruptifs basiques, pour faire en partie intrusion dans les gneiss anciens du Monte Leone, pour s'épancher en partie à la surface sous forme de coulées auréolées de tuffs.

Les roches vertes des environs de Viège ont déjà été étudiées par M. Preiswerk dans un travail antérieur (voir *Revue* pour 1903); dans le synclinal du Magenhorn des roches toutes semblables se retrouvent, parmi lesquelles 2 échantillons à grain très fin se sont révélés à l'analyse comme des schistes calcaires argileux et silicifiés ne contenant qu'une petite quantité d'alcalis.

Dans la région du Saffischpass, entre Bérisal et Binn, la zone des roches vertes comprend différents types:

Ce sont d'abord des amphibolites finement schisteuses formées d'agrégats lenticulaires de plagioclase-albite entourés par des faisceaux de hornblende. L'épidote y est très abondant; la zoïsite, la biotite, le rutile et le fer titané sont les éléments accessoires. La structure est cristalloblastique et la texture ocellaire.

On trouve en second lieu des amphibolites grossièrement fibreuses avec de grandes aiguilles de hornblende et une quantité spécialement grande d'épidote, puis des amphibolites à gros grain, gabbroïdes, enfin des schistes albitiques qui semblent établir comme une sorte de passage des roches vertes aux Schistes lustrés encaissants. Ces derniers sont formés de lits alternativement plus clairs composés essentiellement de quartz et d'albite avec de la calcite et peu de chlorite, du mica, du rutile, et plus foncés, c'est-à-dire plus riches en amphibole.

A côté de ces roches schisteuses M. Preiswerk a découvert un type massif, à grain fin, composé d'une pâte qui semble optiquement isotrope et qui est formée par un fin agrégat d'antigorite et de pennine, dans laquelle ressortent des macrocristaux aux contours bien nets, mais complètement pseudomorphosés tantôt en serpentine et talc, tantôt en tremo-

lite, calcite et magnétite. Cette roche devait posséder à l'état primaire une base vitreuse avec des macrocristaux d'olivine et peut-être quelques petits éléments de pyroxène. Sa composition chimique est celle d'une péridotite ou picrite, relativement pauvre en fer et en chaux.

Enfin toujours aux abords du Saflischpass l'auteur a trouvé un affleurement d'une amphibolite massive à cristaux macroscopiques de hornblende, de biotite, de plagioclase, de pyrite, de magnétite, qui paraît dériver d'une enclave sédimentaire.

Le long de la zone de roches vertes qui suit le versant N du Binnenthal jusqu'au Strahlgrat et au Blindenhorn les amphibolites conservent un type uniforme, finement schisteux et sont formées essentiellement de petites aiguilles de hornblende en amas feutrés et d'agrégats de plagioclase avec peu de quartz; elles contiennent en outre de l'épidote, de la biotite, de la pyrite et de la titanite. Marginalement elles passent aux calcschistes encaissants. Dans le prolongement de cette zone, sur le flanc du Gandhorn se trouve un affleurement de pierre ollaire.

Le versant SW du Banhorn est particulièrement riche en affleurements de roches vertes qui, plongeant au N, s'enfoncent sous la zone principale des Schistes lustrés, et qui alternent avec des calcschistes et des calcaires dolomitiques. Le caractère éruptif de ces amphibolites, tantôt fines, tantôt grossières, paraît ici particulièrement évident.

Le type grossier, gabbroïde, qui forme ici la masse principale, se compose surtout de gros amas irréguliers de hornblende englobés dans une pâte de feldspath et d'épidote. La biotite apparaît presque toujours associée à la hornblende; la titanite existe dans les variétés gabbroïdes franches, tandis qu'elle est remplacée par le rutile dans les variétés plus schisteuses. La composition chimique correspond à celles des gabbros; il est probable que la hornblende verte de la roche est dérivée d'une amphibole brune.

A ces amphibolites franches s'associent des amphibolites granatifères à almandine, massives ou plus ou moins schisteuses, dont les hornblendes sont foncées et les feldspaths sont sodiques. La biotite et l'épidote se rencontrent presque toujours dans ces roches; le titane est lié, dans la forme primaire de celles-ci, au fer, et inclus dans de l'ilmenite, mais il s'est souvent séparé du fer de façon à former d'une part des auréoles de leucoxène, d'autre part des cristaux isolés de titanite.

Dans la zone marginale de ces formations amphibolitiques la texture devient souvent de plus en plus schisteuse, la roche s'enrichit en fer et en magnésie et s'appauvrit en silice et il se développe ainsi des schistes formés essentiellement de hornblende en aiguilles et de clinocllore, auxquels s'associent par places des pierres ollaires. L'auteur signale en outre des filons, qui coupent les amphibolites gabbroïdes et dont les uns sont basiques, les autres sont plus acides que le magma normal et caractérisés par leur richesse en alumine et en oxique ferrique. Enfin il faut envisager comme tuffs dérivant des épanchements amphibolitiques des roches nettement stratifiées, de composition tout à fait concordante avec celle des roches éruptives voisines, avec cette différence qu'elle comporte dans certaines couches une teneur importante en  $\text{Ca CO}_3$ .

M. Preiswerk aborde ensuite l'étude des amphibolites des environs du Tschampigenkeller, sur le chemin de l'Albrunpass. Ici les roches sont renversées sous le Trias et sous le gneiss chevauchant de l'Ofenhorn. Le type le plus abondant est comme au Banhorn une amphibolite gabbroïde, dont les hornblendes correspondent à un mélange de 85 molécules d'actinolite et 15 molécules de richterite, et dont les feldspaths sont compris entre l'albite et l'oligoclase. La biotite est relativement abondante; le quartz est toujours associé en petite quantité au feldspath. La composition de la roche est celle d'un gabbro, voisin du type de la Côte Saint-Pierre et tendant vers les diorites. Au contact de ces amphibolites et des sédiments voisins on trouve fréquemment des roches aplitiques formées d'une fine mosaïque de quartz et d'albite, dans laquelle sont semées des aiguilles de hornblende et des lamelles de biotite. La composition se rapproche de celle des diorites, mais elle est anormale par sa richesse en soude et en fer et résulte vraisemblablement d'une métamorphose. Ces roches sont accompagnées sur un point par un type voisin, mais un peu plus basique, et dans lequel la hornblende se présente sous forme de gros cristaux tabulaires. Enfin, toujours dans la zone de contact, M. Preiswerk a reconnu d'une part une petite lentille englobée dans les calcschistes et formée par une roche quartzo-albitique à diopside et à grands cristaux de tourmaline, puis des schistes métamorphiques constitués essentiellement d'albite et de calcite.

Le long des fissures traversant les amphibolites on peut constater comment la roche s'est parfois transformée, l'amphibole passant à un agrégat de chlorite et de calcite, la bio-

tite donnant naissance à de la chlorite et du rutile et l'élément feldspathique s'enrichissant. Cette transformation a été effectuée évidemment par une circulation d'eau ou de vapeur, d'acide carbonique et par des apports de soude. Son effet ultime est la production d'une roche riche en albite et en calcite, qui rappelle beaucoup certains faciès marginaux des amphibolites.

Pour finir, M. Preiswerk décrit les affleurements de roches vertes qui existent dans le flanc SE du val d'Antigorio entre Crevola et le Sonnenhorn. Il étudie spécialement de cette zone des roches massives ou faiblement schisteuses, qui prennent le faciès de gneiss à pyroxène et se rencontrent près d'Agarina et à la Forcoletta. Le pyroxène est une salite, il est accompagné de hornblende, de biotite et de titanite et ses cristaux sont disposés en une structure diablastique dans une masse claire formée de microcline, d'oligoclase-albite, de quartz, de calcite et de zoïsite. Soit la structure, soit la composition minéralogique de cette roche sont certainement secondaires; la composition chimique ne s'explique que par un mélange d'éléments éruptifs et sédimentaires et semble indiquer un tuff; elle correspond exactement avec celle de certains gneiss augitiques de la Basse Autriche. La présence de l'augite dans les roches d'Agarina, tandis que ce minéral n'existe nulle part dans les schistes verts du Simplon, s'explique par le fait que la zone de Crevola-Sonnenhorn appartient à un territoire de racines, où les pressions ont dû atteindre une valeur particulièrement forte.

En résumé les roches basiques de la région du Simplon, d'âge certainement triasique-liasique, comprennent les types pétrographiques suivants: gabbro-diorite, gabbro franc, diabase, dunite, wehrlite, picrite, auxquels il faut ajouter des tuffs variés. La constitution minéralogique primaire a été partout profondément altérée, mais le caractère éruptif ressort pourtant clairement des caractères de structure, de position géologique et de composition chimique.

Les éléments minéralogiques secondaires de ces roches sont peu variés: hornblende commune, biotite, calcite, épidote englobant souvent un noyau de clinozoïsite, ilmenite, titanite, rutile, plagioclases du groupe albite-oligoclase, quartz.

Parmi les roches de contact il faut citer avant tout les schistes albitiques, auxquels sont associées d'autres roches, toutes caractérisées par leur forte teneur en soude. Ces formations semblent dues à un métamorphisme dynamique

contemporain du plissement de la chaîne alpine, et leur enrichissement en albite doit résulter d'un apport de soude provenant des roches voisines pendant les grands efforts orogéniques.

*Roches employées par les palafiteurs.* M. U. Grubenmann (20) a soumis à un examen pétrographique quelques haches néolithiques provenant du lac des Quatre-Cantons et de la vallée de la Murg, et y a reconnu des spécimens de chloromélanites, de néphrites, de lamprophyres, de porphyrites augitiques, d'amphibolites granatifères, d'amphibolites à épidote et chlorite, de serpentines, de schistes siliceux et de silex.

Les **chloromélanites**, reconnaissables par leur structure finement compacte, leur dureté et leur poids spécifique élevé, sont formées de fins éléments de pyroxène sodique, au milieu desquels se détachent tantôt des grenats mal formés, tantôt des amas de clinocllore, puis des grains de magnétite et des aiguilles de rutile. L'origine de ces échantillons reste problématique.

Une seule hache de néphrite montre la structure caractéristique pour le type qualifié par M. Kalkowsky de néphrite ordinaire. Des roches semblables existent dans le versant N du Saint-Gothard et dans la Basse Engadine.

Deux haches de Kreuzlingen sont confectionnées avec une roche lamprophyrique; l'une d'elles est relativement peu décomposée et facilement reconnaissable comme Kersantite, l'autre est beaucoup plus profondément altérée. Ces échantillons se rapprochent de roches filonniennes, qui coupent le gneiss au Rassassergrat entre la Basse Engadine et le Tyrol.

Deux autres haches sont constituées par une roche compacte, à grain fin, verdâtre, fortement altérée, qui sous le microscope se révèle comme formée de plagioclase et d'augite et qui ressemble absolument à des porphyrites augitiques du Rassassergrat.

Un fragment découvert à Wängi dans le Murgthal a été taillé dans une roche porphyroblastique, dont la pâte est formée par un fin agrégat de hornblende verte et de plagioclase, et qui comprend des cristaux macroscopiques de grenat. Cette roche est évidemment dérivée d'une éclogite, et se rapproche d'un type fréquent dans le Tyrol occidental et dans la vallée du Rhin antérieur, avec cette différence pourtant qu'elle contient un mica blanc, qui n'existe pas dans les roches en place précitées.

Parmi les roches les plus fréquemment employées par les palafiteurs, il faut citer des amphibolites à grain généralement fin, qui se composent de feldspath très altéré, d'amphibole verte, d'épidote et de chlorite avec de nombreux grains de magnétite et d'ilménite. Ces échantillons rappellent nettement certaines amphibolites de la Basse Engadine.

Plus souvent encore les haches étudiées par M. Grubermann ont été confectionnées avec des serpentines compactes ou finement feuilletées. Leur roche est formée de petites lamelles d'antigorite et contient en général beaucoup de magnétite; elle provient très probablement de la région si riche en serpentine de la Basse Engadine.

Enfin 3 haches sont taillées dans un schiste formé essentiellement de quartz en grains fins, auquel se mêlent des feldspaths, de l'épidote, de la biotite, de la séricite et de la pyrite. Il est probable que l'origine de ces échantillons doit être cherchée dans les schistes phylliteux qui sont intercalés dans les Schistes lustrés des Grisons. Quant à une hache taillée dans un silex sa provenance reste douteuse.

*Formations sédimentaires.* — La commission géotechnique de la carte géologique de la Suisse a publié en 1907 le fruit de longues recherches concernant les **exploitations d'argile** de notre pays (20). La récolte des documents nécessaires à cette publication a été faite, sous la direction de M. U. GRUBENMANN, par un grand nombre de collaborateurs et le rapport tiré de tous les renseignements recueillis a été rédigé par M. E. LETSCH.

Il est impossible de résumer ici les données réunies sur les 475 exploitations de terres à briques qui ont été prises en considération; qu'il nous suffise d'indiquer que pour chaque gisement les auteurs ont déterminé approximativement le volume de la formation utilisable, ses caractères particuliers, son origine et la façon dont elle a été exploitée.

Ces terres à briques sont, dans la règle, des argiles impures contenant une proportion variable de carbonate de chaux, de sable quartzeux et de silicates divers. Quant à leur origine ces dépôts appartiennent pour une forte part aux moraines pleïstocènes (30 %), pour une part importante aussi aux formations fluviales et lacustres postglaciaires (27 %); souvent ce sont des produits de désagrégation accumulés au bas des pentes et dérivant de sédiments argileux variés voisins (25 %); ces produits secondaires sont formés en grande partie au dépens des différents niveaux argileux

interstratifiés dans la Molasse, mais ils dérivent parfois de formations plus anciennes telles que le Keuper du Jura, le Lias, le Dogger, les couches d'Effingen.

Le Lœss décalcifié est exploité à divers endroits, en particulier dans le territoire des cantons d'Argovie et de Bâle. Quand aux argiles de la Molasse, elles sont utilisées directement par 29 entreprises distinctes. Les sédiments plus anciens ne se prêtent guère à ce genre d'exploitation, aussi ne connaît-on dans le Crétacique qu'une seule carrière importante qui utilise les schistes berriasiens des Alpes calcaires externes, dans le Jurassique 4 carrières ouvertes dans les couches d'Effingen ou dans les schistes du Lias supérieur du Jura, dans le Trias 2 carrières d'où l'on extrait les argiles du Keuper (Jura argovien).

Par la nature même de ces origines diverses il est clair que les terres à briques exploitées sont essentiellement concentrées sur le territoire du plateau molassique et du Jura tabulaire, comme le fait clairement ressortir la petite carte au 1 : 530000 de M. E. Letsch.

Outre les observations d'ordre géologique la publication de la commission géotechnique contient un rapport détaillé de M. B. Zschokke sur les qualités chimiques et physiques des différentes terres exploitées en Suisse, soit sur leur teneur en silice et feldspath, en carbonates, sulfates et oxydes de fer, sur leur teneur en eau, sur leur plasticité, leur résistance à la pression, leur couleur, etc.

La nature chimique et physique des argiles ne montre généralement pas de relation nette avec leur origine; pourtant les argiles dérivant du Lœss sont dans la règle caractérisées par leur faible teneur en CaO et en alcalis, qui leur donne une fusibilité élevée, tandis que les argiles morainiques, beaucoup plus riches en chaux et en alcalis, fondent à une température notablement plus basse. Les premières prennent à la cuisson une teinte foncée, les secondes gardent une couleur claire.

D'autre part, la composition d'une argile paraît être influencée d'une façon sensible par le fait qu'elle repose sur un sous-sol perméable qui favorise l'infiltration et par suite le départ du carbonate de chaux et des alcalis, ou sur un sous-sol imperméable.

Dans un chapitre spécial de ce même volume MM. B. ZSCHOKKE et L. ROLLIER ont réuni quelques renseignements sur les terres réfractaires de Suisse. Ils citent d'abord les dépôts

d'alumine mêlée à des sables quartzeux qui existent dans des poches des calcaires jurassiques aux environs de Delémont et Moûtier; cette alumine n'a du reste pas trouvé d'emploi industriel à cause des quantités très limitées qu'en contient chaque gisement.

Les bolus bruns ou rouges du Sidérolithique, qui sont surtout développés dans le bassin de Delémont, aux environs de Lohn et de Stetten dans le canton de Schafhouse forment, à la base des oolithes ferrugineuses, des couches souvent épaisses et toujours bien stratifiées; ce sont des formations lacustres ou palustres de l'Eocène supérieur. Ils sont riches en silice et ne contiennent pas de chaux, ce qui les rend utilisables pour la fabrication d'objets réfractaires.

Enfin M. R. MOSER donne un exposé historique et statistique sur l'industrie de la céramique en Suisse.

M. L. WERLI (26) l'un des collaborateurs à ce long travail, a publié un bref exposé des diverses origines auxquelles se rattachent nos principaux gisements d'argile (Keuper, Lias supérieur, Molasse, argile glaciaire, Lehm).

Je puis me contenter de citer ici une brève communication que M. U. GRUBENMANN (16) a faite à la *Société thurgovienne de sciences naturelles* sur les gisements de marbre de la Suisse orientale et cela m'amène à dire quelques mots d'un article de M. CH. TARNUZZER concernant le **marbre de Lavin** (25). Ce calcaire métamorphosé affleure dans le ravin de Samaidas au-dessus de Lavin (Engadine) sous le gneiss. Il paraît jouer le même rôle que d'autres calcaires triasiques qui, en différents points de l'Engadine, sont sous-jacents aux schistes cristallins de la nappe austro-alpine, et il doit figurer une lame de charriage.

## II<sup>e</sup> PARTIE — GÉOPHYSIQUE

### *Actions et agents externes.*

#### EROSION ET CORROSION

Dans un court supplément à son étude antérieure des **ponts naturels** (voir *Revue* pour 1906), M. J. FRÜH (35) cite quelques jolis exemples de ce phénomène qu'il a observés particulièrement dans les environs du lac de Wallenstadt. Il