

Pétrographie

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **10 (1908-1909)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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 Sorescia » 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 énergique 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 oxyde 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 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 herriasiens 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^e 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