

Pétrographie

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

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

Heft 5

PDF erstellt am: **13.09.2024**

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.

Pour les cristaux incolores la biréfringence et l'indice de réfraction augmentent dans la règle, lorsque la valeur de c est élevée, comme cela est le cas, par exemple, pour les apatites du Gothard, de Schöllenen, de Gletsch. Quant aux cristaux colorés ils se comportent optiquement d'une façon beaucoup plus irrégulière.

Pétrographie.

M. T.-G. BONNEY (6) a repris l'étude d'une série de **serpentes à antigorite** de provenances diverses. Dans la description qu'il donne de ces roches, il commence par parler des serpentines à antigorite du val d'Antigorio, pour lesquelles il montre d'abord que très probablement elles ne se trouvent dans cette vallée que sous forme de blocs erratiques, ensuite qu'elles doivent dériver de roches formées d'augite et de péridote, telles qu'on en trouve soit à l'W de la Tosa, soit dans le val Vigizzo.

Passant à d'autres gisements de roches semblables, M. Bonney décrit une série de serpentines à actinolite, qui se trouvent les unes dans les environs de Zermatt, les autres dans la vallée de Saas (glacier de Fee, lac de Mattmark). Il remarque que dans tous les échantillons qu'il a étudiés de cette région des Alpes, des restes d'augite subsistent, tandis que l'olivine fait complètement défaut et il constate la production évidente d'actinolite aux dépens de l'augite.

Enfin, l'auteur décrit quelques échantillons de serpentines provenant des bords du lac de Sils (Grisons) et de la région supérieure de l'Oberhalbstein, et montre que ces roches aussi dérivent de pyroxénites à olivine et ont pris leur composition et leurs structures variées actuelles sous l'action, variée aussi, de fortes pressions.

M. M. GRUBENMANN (7) a eu l'occasion d'étudier un amas lenticulaire de **péridotite granatifère** enveloppé dans les gneiss injectés, qui affleure à l'Alpe di Arrami dans le val Gorduno au N de Bellinzona et qui fait partie de la zone des « pierre verdi ». La péridotite est accompagnée, dans ces affleurements d'amphibolites et d'éclogites, ainsi que d'une série de roches secondaires, telles que serpentines, schistes chloriteux, schistes amphiboliques.

L'amas lenticulaire en question est constitué en majeure partie par une roche massive formée d'une masse grenue d'olivine et de pyroxène en proportions variables et de gros indivi-

dus de grenat rouge. Le pyroxène paraît être du diopside ; la masse est souvent serpentinisée plus ou moins et contient alors comme minéraux secondaires de la hornblende verte et des lamelles de clinochlore. Les grenats sont souvent transformés périphériquement ou même presque complètement en un agrégat rayonné de kélyphite ; ils atteignent parfois des dimensions considérables, mais ne présentent jamais des formes cristallographiques et paraissent représenter des agrégats plutôt que de véritables cristaux ; d'après leur composition chimique ce sont des pyropes avec mélange isomorphe d'almandine et de grossulaire. Les auréoles de kélyphite sont séparées des grenats qu'elles enveloppent par une limite absolument franche, tandis qu'elles se prolongent en fines ramifications entre les grains d'olivine voisins ; elles sont formées en majeure partie par des agrégats fibrillaires et rayonnés de hornblende, dont la composition peut être définie par la formule $14 [(Si O_3)_4 Ca (Mg Fe)_3] + 9 [Si O_6 Al_2 (Ca Mg Fe)]$. Lorsqu'elles atteignent une grande largeur, elles se transforment périphériquement en un agrégat grenu de picotite et d'augite, qui passe à la masse péridotique-augitique ambiante. L'origine de ces auréoles doit être cherchée dans une réaction de l'olivine sur le grenat résultant d'une décomposition de la roche.

Par sa structure, la roche en question se rapproche beaucoup des dunites ; par sa composition chimique elle est étroitement voisine des péridotites typiques ; quant à sa genèse, il est impossible de décider avec certitude si elle est encore dans son état primaire, où si elle est le résultat d'un métamorphisme, mais il n'y a aucun doute possible sur son caractère éruptif-massif. La roche granatifère est accompagnée d'une péridotite sans grenat, formée essentiellement d'olivine avec de petites quantités, variables du reste, de diopside, toute semblable à la première par sa structure, et n'en différant dans sa composition chimique que par une teneur un peu plus faible en chaux et en alumine, un peu plus forte en magnésie et en fer.

M. Grubenmann décrit aussi des amas irréguliers et des traînées plus ou moins épaisses formées les unes par des schistes amphiboliques dont l'élément essentiel est l'actinolithe, les autres par des schistes chloriteux composés de clinochlore avec de nombreux grains de magnétite et des restes d'olivine. Ces formations sont évidemment des produits métamorphiques dérivés des péridotites dans lesquelles ils sont englobés. Il en est de même des serpentines qui sont

développées en une masse importante au voisinage du contact des roches basiques avec les gneiss injectés, car on peut suivre pas à pas la serpentinitisation dans les péridotites, et l'on trouve souvent dans les serpentines des restes d'olivine et de pyroxène. Ces roches contiennent, outre la serpentine et la magnétite qui en sont les éléments essentiels, de l'actinolithe, du clinocllore et du talc.

Enfin, M. Grubenmann signale autour du noyau péridotique une zone périphérique formée d'éclogites typiques et d'amphibolites. Dans les éclogites on observe clairement la transformation des pyroxènes en une association fibrillaire de hornblende et de feldspath et la présence d'une hornblende grenue dérivée aussi du pyroxène. Si ces phénomènes d'ouralitisations sont très accentués, la roche passe à une amphibolite granatifère; les amphibolites à plagioclase qui sont associées aussi aux éclogites, ne doivent pas, par contre, en être dérivées directement.

Après avoir montré comment, au contact des roches basiques, les gneiss injectés ont été modifiés soit dans leur structure, soit dans leur composition minéralogique, l'auteur définit comme suit la genèse de l'ensemble des roches du val Gorduno qu'il a étudiées :

Il y a eu d'abord intrusion dans les schistes injectés d'un magma basique, qui s'est scindé en un noyau péridotique et une périphérie gabbroïde et qui a produit un métamorphisme de contact bien net.

Ensuite, cet amas de roches basiques, enfoui à de grandes profondeurs, a été métamorphosé de telle façon que ses parties gabbroïdes ont été transformées en éclogites et en amphibolites et que son noyau ultrabasique a passé de l'état de péridotite augitique à celui de péridotite granatifère.

Enfin, pendant une dernière phase, qui correspond à un exhaussement et une diminution de la surcharge, les éclogites ont été plus ou moins intensément ouralitisées, tandis que dans les péridotites se sont formés la kéliphite au dépens de l'olivine et du grenat, l'actinolithe au dépens de l'olivine et de l'augite, le clinocllore au dépens du grenat et de l'olivine ou bien au dépens de la kéliphite, la serpentine au dépens de l'olivine, le talc au dépens de l'actinolithe.

M. J. KÖENIGSBERGER (10) a publié une description pétrographique et minéralogique du **massif cristallin du Pizzo Forno** (Tessin).

Il commence, dans ce travail, par décrire un certain nombre de roches gneissiques; ce sont :

1° Le gneiss de l'Alp Crozlina, formé, pour la moitié, par de petits individus d'oligoclase basique, souvent zonés, par du quartz en petits grains, par des amas de biotite auréolés de séricite et de pennine et par d'assez abondants cristaux de grenat. Chimiquement, la roche est caractérisée par sa faible teneur en potasse, elle correspond à un type intermédiaire entre les diorites et les granodiorites.

2° Un gneiss à grain très fin de l'Alp Erena. Cette roche contient, à côté de l'oligoclase, de l'orthose en petite quantité; la biotite, très fraîche, y forme des lamelles idiomorphes; le grenat y est peu abondant; le quartz est en grains réguliers. Il semble qu'on ait à faire à un faciès marginal de roche endogène, ayant une texture parallèle primaire.

3° Un gneiss de l'Alp Sovenda, qui a subi un dynamométamorphisme intense ayant provoqué la formation d'albite, de clinozoïsite, d'épidote et de mouscovite, en même temps qu'un écrasement des oligoclases et des quartz primaires.

4° Un gneiss nettement dynamométamorphisé à oligoclase, orthose, microcline, quartz, biotite et mouscovite du Sasso Corvo.

5° Un gneiss granatifère peu métamorphisé, nettement schisteux du val Chironico.

6° Un gneiss formé, pour la moitié, par un grenat rose, riche en clinozoïsite et montrant une structure panidiomorphe-cataclastique, qui provient des environs de l'Alp Crozlina.

7° Un gneiss du Pizzo di Soveltra. La roche est rendue très nettement schisteuse par l'alternance de lits parallèles de biotite et d'oligoclase; à la biotite se mêlent des grenats, des hornblendes et de la mouscovite; l'orthose fait complètement défaut; la structure est cataclastique-cristalloblastique.

8° Différents types de roches gneissiques affleurant dans la région culminante du Pizzo Forno. L'un d'eux, pris près du contact avec les schistes à charbon, contient une quantité importante de graphite et doit être considéré comme une roche d'injection.

9° Un schiste micacé affleurant au-dessous de Dalpe.

10° Une roche filonienne lamprophyrique trouvée à la Valetta del Alp di Rodi, qui coupe le gneiss et rentre dans le groupe des spessartites.

11° Un schiste micacé à staurolithe qui existe dans le pied N du Pizzo di Soveltra. La roche, très riche en biotite, montre une schistosité très accusée; la staurolithe et le grenat s'y

montrent en cristaux macroscopiques bien formés; les feldspaths ne sont représentés que par un oligoclase. Ce schiste paraît résulter du métamorphisme d'un sédiment argileux, quoique sa composition chimique concorde bien avec celle de la ditroïte de Ditro.

12° Un schiste micacé très riche en staurolithe, en paragonite, en plagioclase et en disthène, pauvre en quartz et en grenat, de l'Alp Mancucco.

13° Une roche filonienne formée de hornblende avec peu de biotite et de plagioclase, qui correspond aux spessartites et coupe les micaschistes de l'Alp Mancucco.

14° Un schiste formé essentiellement de quartz, d'oligoclase et de biotite, contenant des lamelles de graphite et montrant la structure des roches cornéennes, de l'Alp Crozolina.

15° Un schiste composé en majeure partie de quartz et de calcite, auxquels se mêlent des lamelles irrégulières de biotite et des cristaux d'albite, qui a été trouvé au-dessus de Piumogna.

M. Kœnigsberger aborde ensuite l'étude des gites minéraux existant dans les cavités des schistes cristallins, en commençant par ceux qui sont compris dans la région des gneiss tessinois. Il distingue 5 types d'associations minérales pour cette roche; ce sont :

1° Des associations de quartz, d'adulaire, de chlorite, de sphène et de prehnite, auxquels se joignent parfois l'albite, la heulandite, la mouscovite. Les meilleurs exemples se trouvent à l'Alp Arena, sur l'arête du Pizzo Forno, vers Poncione di Braga et à l'Alp Crozolina.

2° Des associations de quartz, de chlorite et de heulandite, qui existent entre Chironico et l'Alp Spuonda et vers le lac de Froda.

3° Des associations de quartz, d'épidote et de chlorite à l'Alp Sovenda.

4° Des associations d'adulaire, de quartz et de mouscovite avec, par places, de la tourmaline qui se trouvent au Passo Naret et au Sasso Corvo.

5° Des filons remplis exclusivement de quartz, tels qu'on en voit à l'Alp Piumogna.

L'auteur décrit ensuite des gites de quartz, de tourmaline, de chlorite et de pyrite, qui sont inclus dans de petites cavités des schistes micacés à tourmaline du Pizzo Forno, en parti-

culier à Ghiacciajo dei Cavagnoli, à la Cabanna laghetti Naret et dans le Karr situé au-dessous du col de Campolungo.

Dans les schistes micacés et calcaires les filons sont remplis de calcite, d'albite, de sidérite plus ou moins transformée en limonite, de margarite, auxquelles s'associe parfois du rutile. Les meilleurs exemples de gites semblables ont été trouvés dans le haut du val Cristallina, aux environs de Fontana et autour du lac Tremorgio.

Comme minéraux intéressants des calcaires dolomitiques de Campolungo, M. Kœnigsberger cite la trémolite, qui sature une couche déterminée, y apparaissant soit en prismes isolés, soit en aggrégats fasciculés, le corindon rouge et bleu et la tourmaline du versant méridional du Passo Cadonighino, la calcite bleue, le quartz, la titanite, l'orthose de l'Alp Cadonighino. Enfin, il fournit quelques renseignements sur les minéraux nés par métamorphisme de contact au sein des schistes micacés et des schistes à paragonite.

Le chapitre suivant de la notice de M. Kœnigsberger est consacré à l'étude géologique du massif du Pizzo Forno et du Campo Tencia et plus particulièrement aux relations qui existent entre le gneiss tessinois et les diverses formations qui le touchent. L'auteur admet que le contact du gneiss avec les schistes micacés partiellement riches en graphite qui le recouvrent à l'Alp Crozolina et dans le versant N du Pizzo Forno est un contact primaire avec résorption partielle des schistes par le magma granitique et pénétration du second dans les premiers. Par contre, le contact du gneiss avec le Trias de Campolungo est secondaire et mécanique, et d'autre part les schistes micacés du Pizzo Forno sont recouverts mécaniquement, dans la région culminante de la chaîne, par des lambeaux de gneiss, représentant les restes d'une nappe chevauchante, dont la racine se trouve le long du val Chironico et au Pizzo di Solvetra. Le gneiss dessine ainsi un synclinal faillé rempli par les schistes micacés du Pizzo Forno et du Campo Tencia, et ceux-ci comprennent deux niveaux lithologiques, l'un inférieur riche en disthène, l'autre riche en staurolithe et en paragonite.

Après cet exposé, M. Kœnigsberger discute en détail les deux formes fondamentales du métamorphisme, le métamorphisme de contact et le métamorphisme dynamique. Il montre que minéralogiquement on peut les distinguer par la formation d'andalousite, de cordierite, souvent de grenat et de tourmaline dans le cas du métamorphisme de contact, de chlorite, d'hématite, d'épidote, de zoïsite, d'ottrélite, sou-

vent de rutile et d'albite dans le cas du dynamométamorphisme. Les autres minéraux métamorphiques peuvent se présenter aussi bien dans un cas que dans l'autre et la structure ne fournit pas de critère certain pour la distinction ; de plus, les 2 formes de métamorphisme peuvent se superposer.

Le contact du gneiss et des schistes micacés du Pizzo Forno présente le caractère bien net d'un contact entre une roche endogène et un sédiment argileux. Le gneiss s'enrichit progressivement vers le haut en grenat, en biotite et en tourmaline, il devient plus schisteux, et passe ainsi, sans aucune limite tranchée aux micaschistes.

M. Königsberger a étudié aussi le gneiss tessinois au point de vue chimique et, le comparant avec différents types de granites alpins, il a montré que la roche en question rentre très normalement dans la série des roches granitiques des Alpes. Puis il a prouvé qu'on peut raccorder directement sur le terrain le gneiss du soubassement du Pizzo Forno avec des orthogneiss du massif du Gothard et qu'on peut en même temps établir la continuité entre le gneiss du Pizzo Forno et celui d'Antigorio, du reste tout semblable.

La texture du gneiss tessinois paraît avoir été primairement schisteuse, ce qui n'exclut pas la possibilité d'un dynamométamorphisme effectué pendant les dislocations alpines. Ce métamorphisme a même certainement eu lieu et a pris une forme assez différente de ce qu'il a été dans le massif du Gothard, engendrant une quantité importante de pennine incolore et de talc et ne provoquant qu'une décomposition modérée des feldspaths.

Quant aux calcaires dolomitiques du Trias de Campolungo et aux schistes lustrés sous-jacents de la Léventine, M. Königsberger attribue leurs caractères de texture et de composition minéralogique à un métamorphisme purement dynamique en relation avec le chevauchement du gneiss qui les recouvre.

Passant à la chronologie des phénomènes tectoniques et volcaniques dans cette région des Alpes, l'auteur admet :

1° Un ridement hercynien des massifs du Gothard et de l'Aar.

2° Une intrusion prétriasique des laccolithes du Gothard et du Tessin.

3° Une intrusion préliasique de roches basiques, amphiboliques, dans les massifs de l'Aar, du Gothard et du Tessin.

4° Une intrusion préjurassique du granite du massif de l'Aar.

5° Le ridement alpin qui a déterminé la formation de chevauchements S-N, poussant le gneiss par dessus les mica-schistes du Pizzo Forno en une nappe supérieure et provoquant un contact mécanique entre les dolomies de Campolungo et le gneiss de la zone inférieure.

En résumé, M. Kœnigsberger considère le gneiss du Pizzo Forno comme le faciès marginal basique d'une roche endogène voisine du granite du Gothard, qui est modifié périphériquement par l'absorption des schistes ambiants. La composition normale de cette roche est caractérisée par sa teneur forte en soude et en alumine qui a déterminé la prédominance comme éléments minéralogiques constituants de l'andésine, d'un oligoclase basique, d'une biotite riche en potasse et du quartz.

Les schistes micacés sont des sédiments prétriasiques, originellement argileux, métamorphisés d'abord par la roche intrusive voisine puis dynamiquement par les plissements alpins.

Les calcaires triasiques et les schistes lustrés ne montrent aucun signe de métamorphisme de contact, ce qui confirme l'hypothèse que l'intrusion a été prétriasique. Pour d'autres raisons on peut, semble-t-il, envisager cette intrusion comme datant des temps paléozoïques et plus spécialement de l'époque permienne.

Enfin, le massif tessinois a subi d'abord l'effort des plissements hercyniens, puis celui des ridements alpins qui ont donné en particulier naissance à la nappe du Pizzo di Soveltra-Pizzo Forno.

M. J. KÖENIGSBERGER (9) a publié d'autre part une description des schistes micacés et des schistes amphiboliques granatifères qui bordent au S les gneiss de Sella du massif du Gothard.

Le gneiss de Sella doit être considéré comme un faciès marginal du granite du Gothard; vers l'extérieur il passe graduellement aux schistes granatifères, dont la composition minéralogique est due à un métamorphisme de contact avec injection et résorption par le magma endogène.

Cette interprétation est confirmée par l'existence, dans le prolongement oriental de ces schistes métamorphiques entre Giubing et Pusmeda, d'une couche carbonneuse, et il semble justifié de classer tout le complexe des schistes granatifères compris entre le gneiss de Sella et le Trias d'Airolo dans le

Carboniférien et le Permien, le granite-gneiss étant lui-même envisagé comme post-carboniférien.

M. Kœnigsberger remarque encore que les schistes métamorphiques en question passent par places à des amphibolites franches, nées évidemment d'une refonte par le granite voisin et il est ainsi amené à considérer comme des inclusions refondues de la même façon les serpentines du Kastelhorn et du Pizzo Centrale.

En relation avec ce travail de M. Kœnigsberger il convient de citer une étude faite par M. L. HEZNER (8) des **schistes cristallins du versant S du Saint-Gothard** et plus particulièrement des schistes métamorphiques qui séparent le gneiss du Trias. Ces roches, qui dans leur ensemble sont caractérisées par leur richesse en hornblende, offrent des types pétrographiques très divers et constituent la série dite de Tremola.

Dans ce complexe les types pétrographiques se succèdent et alternent avec une grande rapidité ; d'autre part ils ne forment le plus souvent pas des zones continues, en sorte que les profils varient notablement d'un point à un autre. Ils montrent tous un degré de cristallinité élevé et un caractère de cataclase peu prononcée ; ils sont en général riches en pyrite et en magnétite et contiennent en grande quantité du quartz en lentilles, en filons ou en veines. D'une façon générale on peut diviser les schistes de Tremola en trois zones : 1° En contact avec les calcaires triasiques, des schistes quartzeux à séricite et des micaschistes à petits cristaux de grenat ; 2° au milieu, des schistes amphiboliques et des schistes micacés à gros grenats ; 3° au voisinage du gneiss, des schistes à amphibole et biotite et des roches gneissiques. L'auteur distingue dans cette série les types fondamentaux suivants :

1° Des schistes à grands cristaux porphyroblastiques d'amphibole disposés généralement en gerbes (Garbenschiefer). La quantité relative de l'amphibole et la grandeur des cristaux varient entre des limites très éloignées ; l'amphibole forme parfois seule des cristaux porphyroblastiques, tandis que dans d'autres variétés on trouve en grande quantité de gros grenats brun-rouge et des lamelles de biotite, plus rarement des cristaux de disthène, d'épidote, d'ankérite, de sulfures métalliques. La pâte de ces schistes se compose de quartz, de chlorite et de séricite en quantité extrêmement variable et prend par ces variations mêmes des aspects très divers. On y distingue en outre sous le microscope de l'albite, du rutile, de l'apatite, du zircon, de la magnétite, de

l'hématite, avec parfois de la tourmaline et de la stauro-lithe.

Malgré les variations étendues de la composition de la base microgranitique et des porphyroblastes, les minéraux constituant de ces schistes restent assez semblables à eux-mêmes dans les différentes variétés de la roche. L'amphibole est toujours la hornblende commune ; le grenat appartient à un type brunâtre ; la biotite a toujours un angle des axes optiques très aigu ; la séricite est toujours riche en potasse ; la chlorite est un clinochlore.

La texture schisteuse de la base est toujours bien accentuée et les porphyroblastes de hornblende sont le plus souvent parallèles au plan de schistosité. La structure est caractérisée par l'absence de cataclase et par la forme corrodée des cristaux ; elle semble indiquer un métamorphisme de contact. La composition chimique varie naturellement dans des limites très étendues, mais elle comporte toujours une teneur relativement forte en alcalis, surtout en soude, et une pauvreté remarquable en chaux ; elle indique des roches d'origine sédimentaire métamorphisées.

2° Des amphibolites, qui forment le plus souvent des bancs minces, sur deux points seulement des amas plus considérables. Ces roches, très diverses dans leur aspect, se composent essentiellement d'amphibole à laquelle se mêle souvent de la biotite, et du quartz accompagné fréquemment d'albite ; l'examen microscopique y révèle en outre généralement l'existence de l'épidote, de la chlorite, du rutile, de l'apatite, de la magnétite, de l'hématite et de divers sulfures.

L'amphibole est tantôt claire, tantôt foncée et cristallise dans des dimensions et des formes très variées ; l'albite se rencontre en quantités très diverses. La structure peut être grossière et granoblastique ou bien fine et fibreuse, sans cataclase développée ; la composition chimique, tout en se rapprochant de celle de magmas gabbroïdes un peu décomposés, indique pourtant une origine sédimentaire : ces schistes semblent dériver de marnes dolomitiques recristallisées vers la base de la zone de profondeur supérieure.

3° Des schistes micacés, parmi lesquels se trouvent des micaschistes francs et, à côté d'eux, tous les termes de passage aux phyllades. Soit la structure, soit la composition de ces roches varient infiniment ; on peut ainsi distinguer :

a) Des schistes porphyroblastiques à gros cristaux de grenat et de biotite avec parfois des stauroolithes, des disthènes, dont la masse est constituée par du quartz, de la séricite et

de la mouscovite et dont la structure varie de celle des hornfels à celle des schistes feuilletés ou fibreux ;

b) Des schistes homéoblastiques formés de quartz et de séricite, prenant du reste des aspects très divers ;

c) Des types intermédiaires, généralement granatifères et plus ou moins riches en biotite.

D'après quatre analyses faites sur différents types de ces schistes métamorphiques, on peut admettre que l'ensemble de ces formations correspond à un complexe de sédiments détritiques, argileux, marneux ou gréseux, qui ont subi une recristallisation complète à une profondeur relativement faible.

4° Des gneiss qui se mêlent aux schistes de Tremola dans toutes leurs parties, mais prennent une importance de plus en plus grande à mesure qu'on se rapproche de la zone gneissique de Sorescia. Dans la règle la zone méridionale des schistes de Tremola comprend surtout des gneiss à mouscovite et séricite, la zone moyenne des gneiss à deux micas riches en calcite et liés à des roches calcaires, la zone septentrionale des gneiss à biotite.

Les gneiss à mouscovite sont formés essentiellement par un agrégat plus ou moins fin de quartz et d'albite, auquel le mica se mêle en quantité variable ; leur structure est celle de roches massives modifiées par cataclase, mais elle peut devenir plus schisteuse et passer à celle des schistes micacés de Tremola.

Les gneiss calcitiques sont constitués par du quartz, de l'albite, de la biotite, de la mouscovite et de la chlorite, de l'épidote et de la calcite incontestablement primaire ; leur structure est caractérisée par la forme absolument irrégulière de tous les minéraux constituants ; la schistosité est variable.

Les gneiss à biotite contiennent, outre le quartz, l'albite et la biotite, de la mouscovite, de l'orthose en petite quantité, de l'épidote et, comme minéraux accessoires, du grenat, de la staurolithe, du disthène. L'orientation parallèle des éléments et leur aplatissement déterminent généralement une schistosité prononcée.

En tenant compte de la composition chimique de ces divers gneiss, M. Hezner considère les gneiss massifs à mouscovite comme dérivés d'une roche pneumatolytique aplitique et les variétés schisteuses comme des roches injectées par un magma semblable ; il envisage les gneiss calcitiques comme un sédiment métamorphisé et les gneiss à biotite qui avoisinent l'orthogneiss de Sorescia comme des schistes injectés par le magma granitique contigu.

5° Des quartzites, tantôt relativement riches en séricite et contenant de nombreux cristaux de sulfures, tantôt formés de quartz presque pur, mais avec des microcristaux isolés de grenat, tantôt, mais très localement, riches en aiguilles de disthène. Ces roches comprennent toujours une certaine quantité de feldspath et dérivent évidemment de grès siliceux.

6° Des roches calcaires plus ou moins riches en silicates. Ces roches se trouvent d'abord à proximité immédiate du Trias d'Airolo et contiennent en proportion très variable du quartz, des micas bruns, de la pyrite, de la pyrrhotine, du disthène ; elles peuvent passer progressivement aux gneiss calcitiques voisins ou aux schistes phylliteux. Un peu plus à l'intérieur du massif affleure une seconde zone de roches calcaires formées essentiellement de dolomie, mais contenant du quartz, du feldspath, de la biotite, de la hornblende, de la chlorite et, comme éléments microscopiques, de l'épidote, du rutile et de l'apatite.

En résumé, la série des schistes de Tremola comprend des sédiments métamorphisés auxquels se mêlent en petite quantité des roches aplitiques. Le métamorphisme de ce complexe semble être dû en première ligne à des actions pneumatolytiques, mais il provient en partie aussi d'injections par un magma granitique et enfin de laminages provoqués par la dislocation du massif. M. Hezner admet comme probable la succession suivante pour les événements géophysiques qui ont donné à la région du Saint-Gothard son caractère actuel :

1° La sédimentation des schistes de Tremola dans leur forme primaire a dû avoir lieu pendant la période triasique-jurassique.

2° L'intrusion du granite-gneiss du Gotthard s'est produite en tous cas avant les plissements qui ont affecté le massif ; les injections de magma granitique dans les granites sont aussi antérieures à ces dislocations.

3° Le ridement du massif qui s'est produit en connexion avec les plissements alpins a influé sur la structure soit des roches granitiques, soit des roches sédimentaires. En outre il s'est produit pendant ces dislocations des actions pneumatolytiques qui ont déterminé la nature finale des schistes métamorphiques, conjointement probablement avec l'influence d'un réchauffement accentué.

Enfin M. Hezner se rallie à l'opinion qui veut voir dans la zone de Bedretto un véritable synclinal enfoncé entre les massifs granitiques du Gothard et du Tessin.