

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 12 (1912-1913)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Ire partie, Minéralogie et pétrographie  
**Autor:** [s.n.]  
**Kapitel:** Pétrographie  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-157273>

### **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>**

tement dépendante de celle de la roche ambiante, qu'en second lieu leur origine remonte le plus souvent aux actions métamorphiques qui ont marqué les temps tertiaires.

Cette communication a été suivie de quelques remarques faites par MM. G. STEINMANN et W. PAULCKE.

*Gîtes aurifères.* — M. CHR. TARNUZZER (9) a décrit des blocs de Dogger gisant sur le Hohenrain, près de Coire, et qui sont coupés par des veines de quartz et de calcite aurifères. L'or s'y trouve en paillettes, en grains, ou aussi en petits octaèdres ; il est associé à de la pyrite et à du mispickel. Quant aux blocs ils sont très probablement tombés de l'ancienne mine de la « Goldene Sonne », qui fut exploitée sur les flancs du Calanda de 1809 à 1813 et de 1856 à 1861.

*Concrétions.* — M. H. SCHARDT (7) a consacré quelques pages à la description d'une grosse **géode de pyrolusite**, qui a été découverte au N.-E. de Neuchâtel en plein calcaire hauterivien parfaitement sain et qui ne peut être envisagée que comme une formation sécrétionnée.

### *Pétrographie.*

Dans une précédente revue j'ai analysé une notice, dans laquelle M. U. Grubenmann traitait des roches à glaucophane de la vallée de Bagnes. Cette question a été reprise avec plus d'ampleur par un élève de M. Grubenmann, M. T. J. WOYNO (19) qui, pour la résoudre, a été amené à étudier l'ensemble des **schistes de Casanna** de la vallée de Bagnes, dans lesquels les roches à glaucophane sont intercalées.

Le premier point acquis par les observations de M. Woyno est la variabilité extraordinaire des schistes de Casanna, qui changent d'aspect avec une rapidité surprenante et dont les divers types pétrographiques sont confondus sans aucun ordre apparent, de telle sorte qu'il paraît impossible d'en établir la distribution sur une carte même détaillée. L'auteur a pourtant pu établir des distinctions générales et distingue du N. au S. les zones pétrographiques suivantes :

1<sup>o</sup> Dans les environs même de Lourtier des schistes séricitiques, dans lesquels est intercalé un gros banc de quartzite.

2<sup>o</sup> Des phyllites finement schisteuses avec des schistes à glaucophane entre Lourtier et Lavintzie.

3<sup>o</sup> Des phyllites plus foncées et plus compactes à sismondine, auxquelles s'associent des schistes à épidote et glaucophane aux environs de Lavintzie.

4° Une zone de prasinites variées s'étendant sur la région de Granges Neuves, de l'Alpe de Louvie et de la Rogneuse. Cette zone offre une composition particulièrement compliquée, surtout dans sa partie S. A côté des prasinites, qui se présentent sous des formes très diverses, tendant d'une part **au gneiss, de l'autre aux schistes chloriteux**, on y trouve en **effet des calcschistes divers et des schistes à glaucophane**, caractérisés les uns par l'abondance de l'épidote, les autres par la prédominance de la chlorite.

5° Dans les environs de Fionnay et de là jusqu'à la Tête de Saflau et à la Pointe de Torbesse une zone de gneiss chloriteux et de gneiss à glaucophane.

6° Une nouvelle zone de prasinites, dans laquelle est compris, près de Brussaley, un gros banc de quartzite séricitique.

7° Un complexe, épais de 80 m., de schistes à épidote et glaucophane, auxquels se mêlent des prasinites chloriteuses.

Cette zone coupe la vallée vers Bonatchesse.

Les deux dernières zones se remplacent en grande partie dans le sens longitudinal et sont intéressantes en ce qu'elles permettent d'observer particulièrement bien le passage des prasinites chloriteuses d'une part à des gneiss chloriteux, de l'autre à des schistes à épidote et glaucophane et même à des schistes albitiques calcitifères.

Les zones sus-mentionnées contiennent du reste toujours une grande variété de types pétrographiques et ne doivent leur caractère particulier qu'à la prédominance de un ou de deux d'entre eux.

Ce premier examen de la zone des schistes de Casanna de la vallée de Bagnes permet de conclure que les roches si variées qu'on rencontre dans cette série peuvent se ramener à un petit nombre de composants primaires, qui se sont mélangés ou influencés réciproquement de différentes façons. D'un côté les roches à épidote et glaucophane et les prasinites chloriteuses dérivent incontestablement d'un magma éruptif et doivent être des tufs volcaniques; d'un autre côté les quartzites séricitiques et les éléments calcaires se rattachent sans doute à d'anciens sédiments. Entre ces deux extrêmes se développe toute une série de termes intermédiaires, qui représentent des mélanges des deux éléments, tels qu'ils se forment par la précipitation simultanée de tufs volcaniques et d'éléments terrigènes ou organiques; comme exemple de ce genre de formations il faut citer les gneiss chloriteux, les gneiss à glaucophane, les roches à glaucophane et épidote calcitifères.

Si le caractère pétrographique des schistes considérés varie beaucoup, leur composition diffère d'un type à l'autre surtout par les quantités relatives de leurs éléments constituants, qui restent toujours sensiblement les mêmes; ce sont : le glaucophane, l'épidote, la chlorite, la séricite, l'albite, le quartz et la calcite, auxquels se mêlent généralement, comme minéraux accessoires, la titanite, le rutile et le leucoxène. La **sismondine**, la tourmaline, l'apatite, le **grenat**, n'apparaissent pourtant que sporadiquement dans certaines variétés.

M. Woyno a fait une étude de chacun de ces minéraux : le glaucophane apparaît en prismes non terminés et semble appartenir à au moins deux variétés de teinte différente ; l'épidote est une pistacite, il apparaît tantôt en grains, tantôt en aiguilles ; la chlorite est une pennine et forme des feuillets irréguliers ; le mica blanc appartient à une forme intermédiaire entre la mouscovite et la séricite, il est accompagné dans certains schistes par un mica vert correspondant à la fuchsite ; l'albite est remarquable par l'abondance de ses inclusions ; le quartz forme des agrégats de petits grains aux extinctions roulantes ; la calcite prend des formes très irrégulières.

L'auteur passe ensuite à la description des divers types de roches et commence ce chapitre par l'étude des **prasinites**. Celles-ci sont constituées essentiellement par de l'albite et de l'épidote, auxquels se mêlent en proportion très variables de la chlorite et de l'amphibole (glaucophane). L'albite y forme des amas irréguliers de petits grains, qui sont séparés les uns des autres par des feuillets contournés de chlorite avec de l'épidote et du glaucophane. Du reste soit les quantités relatives des éléments, soit la structure sont susceptibles d'importantes variations et l'on trouve des passages des prasinites franches à des roches très diverses : schistes albitiques, roches à épidote et glaucophane, prasinites gneissiques.

La structure primaire des prasinites a été profondément altérée ; leur composition chimique correspond à celle du groupe amphibolite-éclogite et rentre dans le cadre des magmas gabbroïdes.

Les **schistes albitiques calcitifères** se distinguent des prasinites par la prédominance très accusée de l'albite, qui donne à la roche une teinte gris-claire, avec seulement de minces feuillets séricitiques. Le grain en est fin et la texture massive ; l'albite forme, comme chez les prasinites, une fine mosaïque, dont les vides sont remplis par de la calcite ; l'épidote, la titanite, la chlorite, le glaucophane, auxquels se mêlent de la

zoïsite et du rutile, jouent le rôle d'éléments secondaires; la magnétite forme d'innombrables petits grains. La composition chimique de ces schistes diffère de celle des prasinites chloriteuses par sa plus riche teneur en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et en  $\text{K}_2\text{O}$  et sa pauvreté en  $\text{CaO}$  et  $\text{MgO}$ .

Les **gneiss prasinitiques** sont intimement liés aux prasinites chloriteuses, dont ils se distinguent par la diminution des quantités de chlorite et d'épidote, la disparition du glaucophane et l'apparition de séricite et de quartz.

Le type le plus habituel de cette roche possède un grain fin et une texture massive sans orientation parallèle prononcée; la masse est formée par un fin enchevêtrement de quartz et d'albite et tachetée de lamelles disséminées de chlorite et de séricite. La composition chimique des gneiss prasinitiques se distingue de celles des prasinites chloriteuses par sa plus forte teneur en silice et en alcalis et sa pauvreté en  $\text{FeO}$  et  $\text{MgO}$ . La teneur en quartz peut du reste dans certaines variétés augmenter au point qu'en fin de compte la roche devient une véritable quartzite à séricite.

Les **prasinites à glaucophane** se distinguent des prasinites chloriteuses, beaucoup plus communes, par la réduction de la chlorite et de l'albite et l'augmentation de l'élément amphibolique; elles sont ainsi essentiellement formées de glaucophane et d'épidote avec peu d'albite et de chlorite; leur teinte est gris-bleu foncé. Le grain est fin; le glaucophane et la chlorite sont mêlés sans limite tranchée et forment une masse confuse, dans laquelle se détachent de gros grains d'épidote; l'albite est extraordinairement riche en inclusions. Quant à la composition chimique, elle se distingue de celle des prasinites chloriteuses par sa teneur beaucoup moindre en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et par sa richesse relative en  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Dans les **roches à épidote et glaucophane** les quantités d'albite et de chlorite sont encore plus réduites que dans le type précédent et la prépondérance des prismes d'amphibole détermine une texture fibreuse. A côté des deux éléments essentiels on trouve ici comme éléments accessoires; l'albite, la chlorite, la calcite, la séricite, la titanite, le leucoxène, le rutile, la magnétite et la pyrite; dans certaines variétés soit la calcite, soit la séricite peuvent pourtant devenir notablement plus abondantes; les quantités relative d'épidote et de glaucophane varient du reste notablement. L'on connaît des passages de ces schistes soit à des schistes séricitiques, soit à des marbres riches en silicates.

M. Woyno a étudié aussi divers spécimens de roches gneis-

siques, constituées essentiellement de quartz, d'albite et de séricite, mais contenant, en proportion plus ou moins considérable, de la chlorite qui contribue à déterminer une texture schisteuse, et souvent aussi du glaucophane en cristaux macroscopiques. La structure de ces roches varie du type granoblastique au type lépidoblastique; la cataclase y est nettement marquée par les extinctions roulantes des quartz et les formes contournées de la séricite. La composition chimique correspond à celle du groupe II de la classification de M. Grubenmann (Tonerdesilikatgneiss). Parmi ces roches gneissiques il est une variété au grain particulièrement fin et à la texture feuilletée, qui forme une zone continue de l'arête de Corbassière, par la Tête de Fionnay jusqu'à l'Alpe de Sevreu; sa composition chimique, tout en correspondant à celle des gneiss albitiques-séricitiques riches en alumine, est caractérisée par sa forte basicité et sa richesse en FeO, MgO, CaO.

Les **phyllites à sismondine** se présentent soit sous une forme finement schisteuse en association avec d'autres phyllites, à Lavintzie, soit sous une forme plus grossière, d'apparence gneissique à Bonatchesse. Sauf que les variétés gneissiques sont plus riches en grenat, la composition minéralogique reste toujours sensiblement la même, comprenant essentiellement des feuillets de chlorite, de séricite et de sismondine avec du quartz et comme minéraux accessoires de la magnétite, de la tourmaline, du grenat, de l'apatite, de la calcite et du leucoxène. La composition chimique est également semblable dans les deux variétés; elle correspond à celle des phyllites typiques et indique une dérivation à partir de sédiments argileux. Les phyllites communes qui sont associées à ces roches sont formées essentiellement de séricite avec peu de chlorite et de quartz et, accessoirement, de la magnétite et de la pyrite.

M. Woyno décrit ensuite une roche qui offre pour ainsi dire une transition entre les roches à épidote et glaucophane précitées et les marbres. La masse principale est formée ici de calcite, au milieu de laquelle se détachent des agrégats d'épidote, du quartz en petits grains, de gros individus d'albite et des feuillets de séricite orientés parallèlement. Ces roches représentent le dernier terme du groupe des schistes de Casanna proprement dits, qui offrent tous entre eux des analogies minéralogiques incontestables et sont reliés les uns aux autres par des transitions continues.

A côté de cette série homogène, M. Woyno a distingué

trois types de roches, qui sont, il est vrai, associés tectoniquement aux schistes de Casanna, mais ne leur appartiennent pas pétrographiquement; ce sont :

1° Les **quartzites séricitiques**, qui se distinguent des roches précitées par leur teneur en orthose et en microcline et leur pauvreté en albite, mais qui varient du reste beaucoup dans leur structure et leur richesse en séricite.

2° Des schistes formés de quartz et d'itabirite en lamelles tantôt parallèles, tantôt irrégulièrement orientées, avec peu d'épidote et de chlorite, provenant de l'Alpe de Scvreu et des Mayens du Revers.

3° Des schistes talqueux à magnétite affleurant au S de Bonatchesse, qui sont évidemment un produit secondaire dérivé des serpentines voisines et qui sont reliés à celles-ci par une transition très nette.

Dans un dernier chapitre consacré aux particularités chimiques des schistes de Casanna, M. Woyno commence par rappeler que ces schistes comprennent d'une part des roches d'origine purement éruptive, telles que les prasinites et les roches à épidote et glaucophane, d'autre part des types pétrographiques mixtes, dont la composition présente des affinités évidentes avec celle des roches éruptives, mais comporte aussi une immixtion d'éléments d'origine sédimentaire, tantôt argileux, tantôt calcaire. L'on peut donc admettre qu'il s'agit ici d'une série de tufs les uns presque purs, les autres mêlés à une proportion plus ou moins considérable de sédiments argileux ou calcaires. Les roches d'origine purement éruptive présentent des caractères intermédiaires entre les basaltes et les trachydolérites, mais leurs affinités avec les dernières sont particulièrement étroites.

En terminant M. Woyno résume ses conclusions comme suit :

1° Les schistes de Casanna comprennent un ensemble de roches variées, mais reliées entre elles par des transitions et présentant toutes certains traits communs dans leur composition. Leurs éléments minéralogiques typiques sont le glaucophane, l'épidote, la chlorite, l'albite, la séricite, le quartz et la calcite; leur composition chimique comporte une forte teneur en  $\text{Na}_2\text{O}$ , en oxydes de métaux bivalents et en titane. Dans chaque type de roche les quantités relatives des éléments peuvent varier beaucoup. A côté des prasinites et des roches à glaucophane et épidote, qui correspondent à un magma trachydoléritique, on trouve surtout des roches de mélange, dont une part provient de tufs théralithiques, une autre part

d'apports sédimentaires; ces roches mixtes se rattachent du reste par leur caractère chimique aux roches éruptives.

M. G. KLEMM (11), dans une nouvelle notice consacrée aux **Alpes tessinoises**, a développé l'idée que, contrairement à l'opinion généralement admise, les schistes métamorphiques de ce massif seraient plus anciens que les roches granitiques, qui les auraient métamorphisés par contact. Il se base pour admettre un métamorphisme de contact sur le fait que, soit dans les schistes amphiboliques (chenopodites) de la série de Tremola, soit dans les dolomies de Campolungo, on voit se développer les gerbes de hornblende dans toutes les directions, sans aucune tendance à l'orientation parallèle, ce qui est absolument contraire à la notion d'un métamorphisme sous pression, tandis que cela est très bien compatible avec celle d'une injection.

D'autre part, M. Klemm cherche à prouver que la structure fluidale en relation avec une orientation parallèle des micas, que l'on constate très fréquemment dans les granites du Tessin, est née déjà avant la consolidation complète de la roche et ne doit pas être attribuée à un dynamométamorphisme.

La liaison des granites tessinois avec ceux du massif de l'Adula ne pouvant faire de doute, M. Klemm rappelle que M. Freudenberg a constaté dans ce dernier massif la pénétration du granite dans le Trias; vers l'W, dans la nappe d'Antigorio, qui dépend également du massif tessinois, on trouve, à l'Alp Lavin, non des galets de gneiss d'Antigorio dans le Trias, comme M. Schmidt croyait l'avoir vu, mais des apophyses aplitiques recoupant le Trias. Ces faits prouvent l'âge posttriasique et même probablement postjurassique de l'intrusion granitique. Du reste, M. Klemm ne voit en dehors du métamorphisme de contact aucune explication possible pour la recristallisation intense subie par les roches primaires sédimentaires du Tessin.

A propos de ces mêmes gneiss du Tessin, M. U. GRUBENMANN (10) s'est excusé dans une courte notice, de n'avoir pas cité dans ses publications sur les schistes cristallins les travaux bien connus de M. Klemm sur le sujet, en faisant remarquer qu'il n'avait pas la prétention d'apporter aucun fait nouveau sur cette question, qu'il traitait à un point de vue général.

Pendant une excursion dans le **massif du Gothard**, M. W. SALOMON (14) a étudié un filon d'aplite, qui traverse le gneiss

de Gamsboden un peu au-dessus du tournant de Mätteli sur la route du Gothard. Ce filon, qui coupe le plan de schistosité du gneiss avec un angle de  $30^\circ$ , montre par contre un clivage exactement parallèle à celui du gneiss ambiant. L'auteur considère ce fait comme démontrant clairement que la schistosité du gneiss est d'origine essentiellement cataclastique et est postérieure non seulement à la consolidation de la roche, mais aussi à sa fissuration et à la pénétration en elle des venues aplitiques.

M. E. TRUNINGER (16) a publié, en 1911, une description pétrographique du **massif granitique de Gasteren** et de ses bordures. Il commence par définir le granite de Gasteren dans sa forme normale. Cette roche est caractérisée par sa structure grenue à grain moyen ou fin et se compose de plagioclase, d'orthose, de quartz et d'une biotite brun foncé. Le plagioclase est compris entre l'albite et l'oligoclase ; il est souvent zoné et en général maclé suivant la loi de l'albite, il est toujours plus ou moins altéré, ce qui lui vaut une coloration gris-verdâtre ; l'orthose est presque toujours plus ou moins imprégnée d'albite. Le quartz qui apparaît soit en petits grains, soit en agrégats granulitiques, remplit les vides entre les autres éléments constituants. La biotite est formée en petites lamelles hexagonales, mais sa décomposition est souvent avancée. Comme minéraux accessoires on rencontre : de la mouscovite dans certaines variétés acides, de l'apatite en prismes très souvent brisés, puis, comme produits secondaires, de l'anatase, de la titanite, du rutile, de la calcite, de la pyrite, de l'hématite.

Après ce granite normal, M. Truninger décrit ses divers produits de différenciation, ce sont :

1° Des granulites formées de cristaux idiomorphes de biotite, de feldspath et de quartz noyés dans une pâte micropegmatitique.

2° Des quarzporphyres qui coupent en filons le granite dans la partie méridionale du massif. Les éléments de première consolidation comprennent des cristaux arrondis et corrodés d'orthose, en partie pénétrés par du quartz suivant le principe pegmatitique, des plagioclases de la série oligoclase-albite, des dihexaèdres corrodés de quartz, des lamelles peu abondantes de biotite, en partie décomposées en chlorite et en séricite ; les éléments accessoires sont l'apatite, le zircon, la titanite, le rutile, la calcite, la pyrite, l'ilménite et la magnétite. La pâte est formée par un agrégat tantôt micro-

granitique, tantôt sphérolitique de quartz et de feldspath, auxquels se mêle de la séricite.

3° Une porphyrite filonienne à amphibole qui a été signalée par M. Turnau au pied S du Birghorn.

D'autre part, M. Truninger a distingué du granite franc des modifications secondaires de cette roche. Il décrit ainsi un granite à structure gneissique, qui diffère de la forme normale non seulement par sa texture, mais encore par sa faible teneur en biotite, qui est en grande partie chloritisée, par le développement des macles très fines dans les plagioclases et de la structure micropertitique dans les orthoses et par l'apparition parmi les minéraux accessoires de l'orthite et du grenat. Cette roche semble établir une sorte de transition du granite franc aux gneiss contigus du côté du S, qui ne seraient ainsi qu'une modification latérale de la roche intrusive.

M. Truninger décrit également un type de granite métamorphisé par compression, qu'il a rencontré partout où la périphérie du massif avait été protégée contre l'érosion par la calotte sédimentaire, en particulier au Lötschenpass. Les quartz y sont tantôt morcelés, tantôt étirés et effilés, les plagioclases y sont complètement séricitisés, les macrocristaux y sont noyés dans une masse fine de séricite avec un peu de quartz, la biotite est entièrement décomposée. La structure présente du reste d'amples variations, elle peut aller jusqu'à un broyage complet des éléments, ou bien prendre une apparence nettement bréchoïde ; dans son ensemble cette roche doit pourtant être reconnue comme une modification métamorphique du granite de Gasteren, auquel elle est intimement liée et ne peut en aucune façon être assimilée au Verrucano, comme l'ont fait Fellenberg et après lui MM. Baltzer et Turnau. Du reste, ce même terme de Verrucano paraît avoir été très souvent appliqué à tort à des produits métamorphiques de roches endogènes, qui n'ont rien de commun avec le véritable Verrucano, d'origine purement sédimentaire.

Les venues filoniennes qui ont suivi l'intrusion granitique et ont recoupé le massif intrusif ne comprennent dans cette région occidentale que des roches leucocrates ; ce sont d'abord des aplites qui forment de nombreux filons très fins, puis des pegmatites qui sont beaucoup plus rares.

M. Truninger aborde ensuite l'étude d'une fort belle zone de contact qu'il a découverte au fond du Gasterenthal sous le Kanderfirn. Cette zone est compliquée par deux plans de chevauchement marqués par des brèches de dis-

location et de curieux phénomènes de laminage dans le granite. Indépendamment de ces complications elle se divise en une zone d'assimilation plus interne et une zone d'injection. Dans la première on trouve des inclusions en partie considérables de schistes injectés, séparées les unes des autres par de gros filons de pegmatite et par des masses granitiques ; les inclusions sont en partie des gneiss injectés, en partie des schistes cornéens, en partie même des calcaires recristallisés ; dans la zone d'injection ce sont des schistes injectés d'apparence gneissique qui prédominent, mais ces roches passent progressivement vers l'extérieur à des formations dont l'apparence sédimentaire et détritique apparaît toujours plus clairement ; ainsi se développent des quartzites à mica vert et à tourmaline qui passent vers le haut au Trias. Dans cette zone externe on rencontre encore de nombreux filons formés de roches dioritiques.

Les roches de la zone de contact ont du reste fait l'objet d'une étude pétrographique détaillée. Parlant d'abord des modifications latérales du magma granitique, M. Truninger montre la transition progressive du granite normal à une roche de plus en plus rapprochée d'une diorite. Le premier terme de cette transition est un granite voisin du type normal, mais caractérisé par d'abondants amas de pinite, produits de décomposition de cristaux de cordiérite, et par des agrégats de minéraux basiques en particulier de biotite. Ensuite la roche s'enrichit peu à peu en biotite, à laquelle s'associe un peu de hornblende ; le plagioclase y prédomine de plus en plus sur l'orthose et le quartz y devient de moins en moins abondant ; en outre on y voit apparaître l'orthite. La composition minéralogique correspond ainsi bientôt à celle d'une granodiorite, puis d'une diorite biotitique quartzifère. Dans le terme extrême de cette transformation la roche est formée essentiellement d'un plagioclase du groupe oligoclase-andésine et d'un mica noir, auxquels se mêlent de la hornblende et en très petite quantité de l'orthose et du quartz. La diminution progressive de l'acidité du magma vers l'extérieur est le fait non d'une absorption de roches basiques, comme on pourrait le croire, mais d'une simple ségrégation.

Les roches filoniennes qui traversent la zone d'assimilation sont des aplites et des pegmatites ; les premières montrent souvent un enrichissement en biotite à proximité des bords des filons ; elles contiennent fréquemment de la tourmaline et, lorsqu'elles coupent des roches dioritiques, elles sont caractérisées par une cristallisation souvent abondante d'épidote.

Les pegmatites ne forment que quatre gros filons ; leur structure varie de la forme pegmatitique typique à la forme aplitique ; elles sont parfois composées uniquement de quartz et de feldspath (orthose, microcline et andésine), souvent on y trouve comme minéraux accessoires de la biotite, de la tourmaline, de la pinite. Les pegmatites appartiennent manifestement à une venue postérieure à celle des aplites.

Dans un chapitre consacré aux roches métamorphiques de la zone de contact, M. Truninger commence par décrire des roches calcaires ayant subi, les unes une simple recristallisation, les autres une imprégnation plus ou moins accusée d'éléments éruptifs et se répartissant ainsi en trois catégories : 1° les marbres à silicates accessoires ; 2° les roches à silicates calciques ; 3° les cornéennes calciques. Ces calcaires métamorphisés sont limités à trois bancs peu épais, mêlés aux filons aplitiques et aux gneiss injectés de la zone d'assimilation ; ils appartiennent, pour la plus grande partie, aux marbres, tandis que les roches calcaréo-silicatées n'apparaissent que sous forme de veines et de lentilles et que les cornéennes ne se développent que sur une faible largeur au contact du calcaire avec la roche éruptive.

Dans les marbres, la calcite est cristallisée d'autant plus largement que le métamorphisme a été plus intense ; elle est accompagnée d'un peu de dolomie ; le quartz apparaît en petits grains ; les feuilletés de graphite sont abondants ainsi que les agrégats fins de serpentine ; dans les types plus métamorphiques se développent des lamelles de phlogopite, des pyroxènes de la série diopside-augite, des grenats rougeâtres, auxquels s'associe du vésuviane.

La seconde catégorie de ces calcaires métamorphiques est caractérisée par la prédominance du grenat, du vésuviane qui se présente en deux modifications, l'une rouge, l'autre verte, du diopside, du diallage et de la wollastonite ; à côté de ces éléments essentiels on rencontre la titanite, l'apatite, la calcite, le quartz, la pyrite et rarement la trémolite.

Les cornéennes sont des roches à grain très fin, composées à peu près des mêmes éléments que les roches précitées avec une moindre proportion de wollastonite et de vésuviane et une plus grande richesse en hornblende et en quartz ; l'épidote y apparaît fréquemment ; la composition minéralogique varie du reste quelque peu, ce qui détermine une apparence zonée.

Les schistes injectés de la zone de contact ont été affectés à des degrés très divers par l'injection aplitique, qui a suivi

en général le plan de stratification en déterminant ainsi une apparence rubannée; la biotite y est d'autant plus altérée que l'injection a été plus forte; le feldspath, en général très décomposé, se répartit entre l'orthose et l'albite: les agrégats de pinite, dérivés de cristaux de cordierite, sont fréquents. Là où l'injection ne s'est pas fait sentir la roche a conservé l'aspect de schistes cornéens formés essentiellement de quartz et de mica avec peu de feldspath.

Sous le Trias de la couverture sédimentaire du massif de Gasteren se développe, avec une épaisseur d'environ 20 m., une succession de grès métamorphisés; ce sont des grès quartzeux à ciment argileux, dans lesquels le métamorphisme, s'accroissant très irrégulièrement de haut en bas, a fait disparaître progressivement l'élément argileux, a provoqué une cristallisation de biotite et un accroissement des grains de quartz. Par places on constate dans ces grès une véritable injection de tourmaline en petits grains, qui tantôt sont amassés en taches foncées, tantôt sont disséminés entre les grains de quartz; la répartition de ce minéral dans les grès quartzitiques est du reste très irrégulière. A la base de ce complexe la roche s'enrichit rapidement en feldspath, la biotite devient en partie idiomorphe, la structure détritique disparaît et fait place à une apparence gneissique.

Quant à l'âge et à la nature du massif granitique de Gasteren et de la zone gneissique septentrionale du massif de l'Aar qui lui est intimement unie, l'on peut affirmer d'abord que l'intrusion granitique a été prétriasique, ensuite qu'elle a donné lieu non à un laccolithe mais à un batholithe; les dislocations alpines ont considérablement modifié les formes primaires. Les analogies multiples qui ont été constatées entre le massif de Gasteren et la zone gneissique septentrionale montrent à l'évidence que l'un est le prolongement direct de l'autre.

Les pétrographes alpins connaissent les discussions qui se sont élevées entre MM. Baltzer, Sauer, Hugli, etc., à propos de la question de la nature du métamorphisme qu'ont subi les lambeaux calcaires englobés dans les gneiss de la zone septentrionale du massif de l'Aar. M. E. TRUNINGER (15) a repris cette question des phénomènes métamorphiques en ce qui concerne l'ambiance directe du massif granitique de Gasteren. Il a constaté d'une part dans cette région la présence de coins calcaires enfoncés dans le Cristallin, dont le métamorphisme est purement mécanique; d'autre part il a découvert une véritable zone de contact entre le granite et sa

calotte schisteuse dans le fond du Gasterenthal, vers la chute du Kanderfirn.

Du SE au NW M. Truninger a observé les zones suivantes :

1° Une zone marginale du granite, dans laquelle le magma montre diverses différenciations et contient des inclusions schisteuses et calcaires ; le granite y est en outre coupé par de très nombreux filons de roches aplitiques ; il a formé de fréquentes ségrégations basiques ; vers l'extérieur il s'enrichit rapidement en un plagioclase fortement saussuritisé, qui lui donne une teinte générale verte.

Les inclusions schisteuses appartiennent surtout à des schistes biotitiques ; elles ont subi une injection plus ou moins profonde et sont parfois en partie transformées en hornfels. Dans le voisinage de ces inclusions schisteuses il en existe d'autres, calcaires, qui forment des bancs peu épais ; la roche a pris la structure d'un marbre contenant du graphite, de la pyrrhotine, de la phlogopite et surtout un grenat voisin de la Hessonite, qui forme soit des amas soit des veines, de la vésuviane et des pyroxènes variés. Autour de ces calcaires on constate fréquemment une zone de roches cornéennes.

2° Une zone de grès, dans lesquels la base argileuse a subi une recristallisation qui a donné naissance à d'abondantes lamelles de biotite. A côté de ce minéral c'est la tourmaline qui est l'élément le plus abondant, montrant l'importance des actions pneumatolytiques. Le feldspath apparaît en quantité de plus en plus importante à proximité du granite ; il s'agit d'albite ou d'albite-oligoclase.

L'épaisseur de ces grès injectés est d'environ 250 m. ; mais elle a dû être réduite secondairement par des déformations tectoniques ; le degré du métamorphisme subi est limité ; la continuité de la zone métamorphique a été détruite secondairement par des chevauchements survenus le long de la bordure méridionale du massif granitique de Gasteren.

En terminant M. Truninger montre comment le granite de Gasteren et le granite d'Innertkirch appartiennent à une seule et même zone, qui représente, avec la zone gneissique septentrionale du massif de l'Aar, un batholite homogène. Le granite d'Innertkirch figure la zone d'assimilation de ce batholite ; la forme primaire de celui-ci a été complètement modifiée par les dislocations tectoniques et sa forme actuelle ne peut pas servir de base à une classification génétique comme le voudrait M. Baltzer.

M. O. WELTER (17) dont j'ai déjà, dans de précédentes revues, signalé des publications concernant les **gisements de néphrites alpines**, a consacré à ce sujet un nouvel article.

Il décrit d'abord un gisement situé un peu au N de Salux dans l'Oberhalbstein, où la néphrite est incluse dans un ensemble de gabbros et de serpentines, sans qu'on puisse préciser ses relations avec les unes ou les autres de ces roches. Il dépeint ensuite plus longuement trois petits gisements situés vers la sortie du val de Faller, immédiatement à l'W de Molins. Là, la néphrite est constamment intercalée sous la forme d'un banc irrégulier entre une serpentine et une spilite ; elle est reliée à la serpentine par une sorte de transition, tandis que sa limite avec la spilite est franche. La serpentine est une péridotite augitique ; la spilite est formée de feldspath et d'augite ouralitisée, auxquels se mêlent de l'épidote et de la chlorite ; la néphrite varie beaucoup d'aspect, étant tantôt fibreuse, tantôt feuilletée, mais elle se rapproche plus spécialement des néphrites filoniennes schisteuses de Kalkowsky ; elle comprend par places de petites lentilles semblables à ce que Kalkowsky a appelé « Carcaro ».

Quant à l'origine des néphrites de l'Oberhalbstein M. Welter conteste qu'elle puisse avoir aucune relation essentielle avec le passage de grandes failles, comme Kalkowsky l'admet pour ces roches en général ; il discute ensuite l'hypothèse qui consiste à dériver la néphrite par dynamométamorphisme de la serpentine, mais il donne la préférence à l'explication imaginée par M. Steinmann, d'après laquelle les néphrites sont des filons gabbroïdes, ayant subi un laminage intense résultant de l'augmentation de volume qu'ont subie les péridotites ambiantes pendant leur serpentisation.

Comparées aux néphrites travaillées des bords du lac de Constance, les roches en question de l'Oberhalbstein se montrent remarquablement semblables ; elles contiennent en particulier les mêmes veines de grenat vert et les mêmes cristaux d'apatite aux arêtes émoussées ; elles sont aussi riches en grands cristaux de pyrite.

M. Welter signale encore un gisement de néphrite qu'il a découvert dans le Frankenwald près de Schwarzenbach sur la Saale, puis il insiste en terminant sur le fait que partout où l'on a constaté l'existence de ces roches, on les a trouvées au contact de serpentines et de gabbros, ce qui confirme puissamment la théorie de M. Steinmann.

M. O. WELTER (18) a, d'autre part, donné un historique

de la question des néphrites, telle qu'elle s'est développée grâce aux travaux de H. Fischer, A.-B. Meyer, H. Credner, V. Hilber, F. Berwerth, A. Bodmer-Beder, E. Kalkowsky, H. Traube, K.-J. Bogdanowitch, A. Diesseldorf, Hussack, G. Steinmann, A. M. Finlayson, J. Fromme, J. Uhlig, etc., etc.

Dans une courte notice préliminaire, M. P. NIGGLI (13) a décrit sommairement les divers termes de différenciation du magma granitique qui a pénétré dans les gneiss de l'Albthal, aux environs de Laufenburg. Les pénétrations granitiques en question se sont faites soit sous forme de filons soit sous forme massive.

Il convient de citer ici une notice que M. J. KÖNIGSBERGER (12) a consacrée aux conditions de température dans lesquelles se font certaines transformations moléculaires et certaines réactions chimiques, et inversement aux conclusions que l'on peut tirer, relativement à la température à laquelle se sont produits certains phénomènes géologiques, des transformations moléculaires survenues dans les roches pendant ces phénomènes.

Il est impossible de suivre ici l'auteur dans le détail de son étude; notons simplement qu'il a étudié en particulier les conditions dans lesquelles cristallisent les diverses formes de  $\text{SiO}_2$ , qu'il a cité les associations des divers dioxydes de titane qu'on rencontre fréquemment dans les schistes micacés des Alpes, en particulier dans ceux du massif de l'Aar, qu'il a défini les conditions de température et de pression dans lesquelles se produit la dissociation du carbonate de chaux, qu'enfin il a discuté certaines observations de M. Alb. Brun sur la température de fusion des obsidiennes et quelques déterminations de température directes faites sur des laves liquides.

Les conclusions que M. Koenigsberger tire de son étude sont les suivantes :

La dissociation du carbonate de chaux telle qu'on la constate dans la nature permet d'admettre que certains magmas ont conservé pendant leur ascension une température supérieure à  $1000^\circ$  sans que le quartz y ait été détruit, que certains magmas par contre ont dû se refroidir déjà en profondeur au-dessous de  $1100-1200^\circ$ , et que leur température de consolidation a dû être inférieure à  $1100^\circ$ , enfin que le carbonate de chaux n'a pu subsister dans les roches de profondeur que lorsque le magma était saturé en  $\text{CaO}$  et que la température et la pression ne permettaient pas une dissociation,

ou bien lorsque le magma était près de se consolider et ne pouvait donner lieu à des actions pneumatolytiques.

Les modifications polymorphes de  $\text{SiO}_2$  se comportent de la façon suivante :

1° Le passage de la forme  $\alpha$  du quartz dans la forme  $\beta$  paraît se faire d'une façon constante à environ  $580^\circ$ .

2° Le passage du quartz à la tridymite ou à la cristoballite ne se prête pas à des déterminations précises de température; d'une part le quartz peut subsister jusqu'à des températures de  $1050^\circ$ , d'autre part la tridymite et la cristoballite peuvent cristalliser déjà au-dessous de  $900^\circ$ .

L'étude des gîtes métallifères permet de constater que plusieurs modifications de la même substance peuvent cristalliser en même temps dans des solutions aqueuses, ainsi la tridymite et la cristoballite, le rutile, l'anatase et la brookite, etc. Il existe du reste une certaine analogie, quant aux conditions de développement et de stabilité, entre le quartz et le rutile, la tridymite et la brookite, la cristoballite et l'anatase. Pour apprécier l'apparition de telle ou telle modification d'une substance dans la nature, il semble qu'il faille en général attribuer plus d'importance aux limites de possibilité de cette modification et aux diverses influences physiques et chimiques qu'elle a pu subir, que simplement à ses limites de stabilité. Or les limites de possibilité d'une modification sont d'autant plus différentes des limites de stabilité, que cette modification diffère d'avantage, physiquement et chimiquement, d'une autre modification de la même substance. Inversément, si deux modifications diffèrent très peu l'une de l'autre, les conditions du passage de l'une à l'autre seront très étroites et se prêteront particulièrement bien à des évaluations de température.

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

### *Orographie et Hydrographie.*

M. M. LUGEON et M<sup>me</sup> E. JÉRÉMINE (34) ont établi une sorte de statistique des bassins fermés des Alpes suisses.

La première partie de ce travail, qui concerne les Préalpes, a été effectué par M<sup>me</sup> Jérémine, en se servant essentiellement des cartes de l'atlas Siegfried. L'auteur y reconnaît d'emblée que la somme des bassins fermés qu'elle a pu ainsi reconnaître ne représente que le minimum des territoires à écoulement souterrain, ceux-ci comprenant en outre de multiples