

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 7 (1901-1903)  
**Heft:** 1

**Artikel:** 2e partie, Minéralogie et pétrographie  
**Autor:** Schardt, H.  
**Kapitel:** Pétrographie  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-155905>

### **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:** 14.04.2026

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

tions ont pour objet près de 15 filons de pyrite aurifère (20 grammes d'or par tonne) intercalés dans du Gneiss du type Gneiss du Tessin, avec un plongement W-SW de 40-60° et une direction S-SE—N-NW.

Le Gneiss est recouvert de schistes amphiboliques formant probablement un synclinal dirigé sensiblement N—S. Une couche de marbre s'intercale localement entre les amphibolites et le Gneiss.

### *Pétrographie.*

*Tufs volcaniques.* — Les matériaux éjectifs détritiques des **volcans éteints du Höhgau** ont été étudiés par M. J. ERB<sup>1</sup>. Les matériaux effusifs des volcans forment le plus souvent l'objet des études de prédilection des pétrographes, tandis que les tufs ont été passablement négligés. C'est pour combler cette lacune pour ce qui concerne la région volcanique du Höhgau que l'auteur a consacré plusieurs années de travail à l'étude des dépôts détritiques d'origine volcaniques qui accompagnent ces éruptions tertiaires, tant basaltiques que phonolithiques.

En raison de la décomposition souvent très profonde et complète de ces roches si poreuses, l'étude des tufs volcaniques présente bien des difficultés.

La première partie est relative aux *tufs dépendant des effusions basaltiques*, au nombre de quatre : Hohenhöwen, Hohenstoffeln, Osterbühl et Höwenegg.

Ce sont tantôt des agglomérats de nodules basaltiques, de lapillis, avec des débris scoriacés, tantôt des agglomérats de cendres volcaniques. Outre les matériaux éjectifs volcaniques, il y a çà et là des blocs arrachés aux terrains traversés (granite, Jurassique, Tertiaire).

La stratification est parfois très nette, indiquant des éruptions successives. D'autres fois le tuf est entrecoupé de filons basaltiques.

L'âge de l'éruption est indiqué par les fragments de poudingue miocène à matériaux jurassiens et par l'existence au Höwenegg dans une couche de tuf à débris calcaires de mollusques terrestres du Tertiaire supérieur (*Clausilia antiqua*, *Hyalina cristallina*).

Les dépôts de tuf reposent souvent sur le poudingue mio-

<sup>1</sup> J. ERB. Die Vulkanischen Auswurfsmassen des Högaus. *Vierteljahrsschr. Naturf. Gesellsch. Zürich*. XLV, 1900. 59. p. 1 pl.

cène qui a également fourni la plupart des inclusions étrangères.

L'étude pétrographique a permis de reconnaître dans ces tufs les minéraux suivants : Magnétite souvent en beaux octaèdres, bien visibles, en deux générations, à l'intérieur des lapillis vitreux. Spinelles, indéterminables spécifiquement à l'intérieur des cristaux d'olivine, avec de la pérowskite. La présence de l'apatite est incertaine, puis la biotite, l'amphibole et l'olivine ; ce dernier minéral est souvent pseudo-morphosé en serpentine. Il y a de l'augite en cristaux isolés de 2-3 cm., mais le plus souvent en très petits cristaux, dans les lapillis vitreux. La mélilite est toujours décomposée par pseudomorphose et contient souvent des microlites d'augite. La néphéline, contient comme la mélilite souvent de l'augite et de la magnétite.

L'étude pétrographique porte autant sur les tufs que sur les lapillis et les bombes volcaniques des divers gisements. La composition chimique et minéralogique de ces dernières se rapproche beaucoup de celle du basalte lui-même. Dans les débris à structure poreuse et scoriacée la décomposition est beaucoup plus avancée. A l'exception de l'augite, de la magnétite et de la pérowskite, tous les minéraux sont pseudo-morphosés.

Il n'est pas possible de fixer l'âge relatif des minéraux les plus anciens qui sont la magnétite, la pérowskite et les spinelles. La biotite leur est postérieure ; ensuite vient l'olivine, suivie de la mélilite, de l'augite et de la néphéline. La cristallisation de la mélilite n'était pas encore achevée au moment de la déflagration et n'avait peut-être pas encore commencé. Quant à l'augite, elle doit avoir en partie préexisté dans le magma (les grands cristaux trouvés isolés) ; les petits cristaux ne se sont formés qu'après l'éjection. Il y a passage insensible entre les minéraux d'origine intratellurique et ceux datant de la phase éjective, parce que probablement la cristallisation a continué pendant l'ascension dans la cheminée pour s'achever pendant l'éruption, tandis que certains cristaux de formation intratellurique ont subi une active résorption magmatique, tels l'olivine, la mélilite, l'amphibole et la biotite qui ont même en partie entièrement disparu. La structure vitreuse ne se trouve que chez les petits lapillis, les bombes sont ordinairement holocristallines.

La décomposition et la cimentation des matériaux de déflagration sont deux actes qui s'enchaînent. La mélilite, la néphéline et l'olivine se détruisent les premières. L'augite résiste

le plus longtemps avec la magnétite, les spinelles et la matière vitreuse. La décomposition amène la formation de carbonates, de limonite et d'opale. La calcite prédomine dans le ciment.

La seconde partie de l'étude de M. Erb traite des *tufs des effusions phonolitiques*. Leur extension horizontale est plus grande que celles des tufs basaltiques; ils forment une véritable nappe autour des points d'éruption. Leur consistance est aussi plus grande, si bien qu'on peut en utiliser certaines variétés comme pierre de construction.

Leur disposition montre une stratification grossière, irrégulière indiquée par les variations dans le grain. Leur couleur se meut dans les teintes du gris. Des inclusions étrangères sont fréquentes. L'étude porte essentiellement sur les gisements du Hohentwiel, du Heilsberg, du Rosenegg, etc.

Les lapillis et les bombes ont permis d'y reconnaître les minéraux suivants: magnétite, pérowskite, pyrite, apatite, néphéline, mélilite, olivine, amphibole brune, augite, biotite brune; plus rarement de la noséane, du quartz et du feldspath (orthose et plagioclase); ces derniers sont évidemment étrangers.

La structure est toujours holocristalline, les restes de matière vitreuse, s'il y en a, sont toujours décomposés. Le même fait se reproduit chez les *bombes à augite et amphibole*, dont l'analogie de composition avec les bombes basaltiques est frappante.

On trouve aussi dans les tufs des fragments de phonolite identique à celle des coulées et qui ne sont conséquemment pas des bombes proprement dites.

Le ciment renferme toujours en prédominance de la calcite et quelquefois de l'opale.

La composition avec les basaltes conduit à établir le tableau suivant des composants (p. 31):

La composition des bombes se rapproche davantage de celle du basalte à mélilite que de celle de la phonolite qui en est pourtant le berceau; ce n'est que la présence d'augite et de biotite en grands cristaux qui constitue une différence. Les matériaux de déflagration pourraient donc être attribués à des éruptions différentes de celles des laves phonolitiques, en admettant une marche ascensionnelle plus rapide ayant précédé celle des phonolites. On pourrait de ce chef considérer les phonolites et les basaltes à mélilite comme résultant par différenciation d'un seul et même magma.

Phonolites du Høhgau.	Petite bombes des Tufs phonolitiques.	Basalte à mélilite du Høhgau.
Magnétite	Magnétite	Magnétite
—	Perowskite (Spinell?)	Perowskite et Spinell
Mélanite	—	—
Noséane et Hanyn	?	—
Leucite	—	—
Zircone	—	—
—	Mélilite	Mélilite
Apatite	Apatite	Apatite
Néphéline	Néphéline (rare)	Néphéline
—	Olivine (rare)	Olivine
Diopside	—	—
Augite-Aegirine	Augite-Aegirine	—
Aegirine	—	—
—	Augite basaltique	Augite basaltique
Amphibole (rare)	Amphibole	Amphibole (rare)
Biotite	Biotite	Biotite
Titanite	Titanite (seulement dans les nodules augitiques).	—

Un grand intérêt réside dans la détermination des innombrables débris de roches cristallines énallogènes, en raison des indications qui en découlent sur la composition de l'épaisseur de l'écorce terrestre traversées par les cheminées éruptives.

Il a été constaté : Un fragment de syénite éléolitique, des granites à deux micas, granite à biotite et amphibole, aplites, syénites micacées, diorites, kersantites, gneiss à biotite et micaschistes, amphibolite grenue.

Toutes ces roches appartiennent au groupe de roches granito-dioritiques analogues à celles qui forment le massif de la Forêt-Noire. Elles présentent souvent les traces de l'effet de la compression qui caractérisent également les roches de ce massif. Elles offrent des traces de métamorphisme de contact analogues à ce qui se voit sur des roches en place au contact avec d'autres roches éruptives basiques.

*Roches métamorphiques.* — M. SAUER<sup>1</sup> a entrepris des études sur les **Gneiss et leurs origines** en vue d'élucider la question du **Gneiss d'Innertkirchen**. L'auteur fait précéder une série de considérations sur la présence de la structure cristalline chez des roches d'origine clastique d'âge archéique, de même aussi de la structure schisteuse chez des roches d'origine ignée. Il est possible de distinguer les gneiss en *gneiss sédimentaires* et en *gneiss éruptifs*, en éliminant natu-

rellement les roches sédimentaires auxquelles le métamorphisme de contact a pu imprimer une structure cristalline tout à fait semblable. Mais d'autre part, on ne peut pas mettre en doute que des sédiments qui se trouvent à une grande profondeur, soumis à la chaleur souterraine, en présence d'eau surchauffée, et sous une surcharge considérable doivent subir une recristallisation, une métamorphose statique, tout à fait semblable à celle du métamorphisme de contact. La structure cornéenne (Hornfelsstruktur) doit donc se rencontrer aussi là d'une manière plus ou moins analogue, bien que l'action fût moins violente, moins intense et plutôt calme, mais d'autant plus prolongée. La structure cornéenne des roches de contact est plutôt massive allant jusqu'à la vitrification, tandis que celle des roches de la seconde catégorie est plus grenue, schisteuse-onduleuse ou schisteuse-écailleuse. La présence d'alternances de quartzites, de calcaires, de matières charbonneuses est, chez les deux, aussi très significative.

Les *gneiss éruptifs* n'offrent précisément pas cette structure cornéenne, ni les intercalations citées ; leur structure est plutôt hypidiomorphe grenue et ils ont une composition plus uniforme passant souvent à des variétés tout à fait granitoïdes. Mais il faut distinguer ici trois influences tout à fait indépendantes qui peuvent avoir produit la structure parallèle. Beaucoup de roches éruptives à structure gneissoïde ont eu une structure parallèle primaire (structure fluidale) ; d'autres l'ont acquise par une compression à l'état de consolidation incomplète (protoclase) produisant aussi une sorte de structure fluidale, d'autres enfin ont subi un écrasement après solidification complète (cataclase).

Avec ces données et les moyens de les reconnaître la classification des gneiss alpins se fera bien plus sûrement que jusqu'ici.

Le gneiss d'Innertkirchen est une roche éruptive et nullement un sédiment ; cela ressort en particulier de la structure souvent granitoïde, même porphyroïde et de la présence d'*inclusions étrangères*. Même la cataclase très intense, accompagnant la structure schisteuse des gneiss d'Innertkirchen, n'a pas détruit ce caractère. Les inclusions sont soit du quartz, des fragments anguleux de schistes à biotite ou à grenats, de marbre et cornéennes à silicates de chaux (gre-

<sup>1</sup> Prof. Dr A. SAUER. Geologische Beobachtungen im Aarmassiv. *Sitzungsber. k. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin*, XXXIV, 5. Juli 1900. 43 p.

nats, augite, amphibole, scapolite, calcite, titanite, avec quartz et plagioclase). Au col de Susten il y a même une roche à wollastonite avec idocrase, pyroxène brunâtre et grenat. Si la roche encaissante est peu modifiée par la compression, l'entraînement des fragments étrangers dans le magma éruptif est hors de doute, comme par exemple près de Aussere Urweid. Dans le granite d'Innertkirchen, où la roche ambiante a subi une forte compression, de même aussi les inclusions, M. Baltzer voit dans ces inclusions le résultat d'un entraînement mécanique par dislocation, tandis que M. Sauer les considère comme des fragments englobés par le magma encore fluide et ensuite soumis à la compression.

M. L. DUPARC<sup>1</sup> a étudié plusieurs types de **schistes cristallins des Alpes**, en particulier les schistes de Casanna, dont plusieurs variétés sont caractérisées par la présence de chloritoïde en grands cristaux maclés.

*Schistosité et déformation des roches.* — M. HEIM<sup>2</sup> a étudié des phénomènes particuliers de **schistosité** secondaire **du gneiss** qui se fend en grandes plaques obliquement ou transversalement à la structure parallèle ordinaire. Ces plans de séparation correspondent à des zones d'écrasement et de lamination coupant les multiples replis du gneiss, toujours sur le même parcours par un écrasement manifeste du flanc moyen, d'où résultent des plans parallèles de moindre cohésion et la division du gneiss en plaques. Il en découle en outre que ces plans de séparation coïncident naturellement toujours avec les points où le plissement du gneiss subit un changement de courbure, où un contour convexe passe à un contour concave. Lorsque la pression est dirigée symétriquement par rapport aux ondulations du gneiss, alors il peut se former des plans de glissement sur chaque point, où un changement de courbure a lieu, sinon cela ne se produit qu'alternativement. Les replis se développent alors d'après le sens de la poussée en forme de plis déjetés ou couchés, avec flanc moyen laminé, amenant en petit à de véritables chevauchements.

Ces mêmes phénomènes se retrouvent aussi chez le **calcaire dolomitique** (Rötidolomit) et les schistes bariolés (Quartenschiefer) du Trias.

<sup>1</sup> C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève. Séance du 15 mars 1900. Archives, IX, p. 486.

<sup>2</sup> A. HEIM. Gneissfältelungen in alpinem Centralmassiv. Ein Beitrag zur Kenntniss der Stauungsmetamorphose. Vierteljahrsh. Naturf. Ges. Zurich. XLV. 1900, p. 205-220, 2 pl.

On constate en outre que l'intensité de la déformation mécanique de la structure n'est pas toujours en rapport avec l'intensité de la transposition moléculaire. Des roches fortement déformées ne sont souvent que peu recristallisées. Cette transformation de la structure et des minéraux est indépendante de la roche, mais elle est liée à l'endroit où le phénomène se produit. Point très important à relever: la métamorphose par compression et lamination est une action indépendante de la métamorphose par recristallisation.

La simple déformation structurelle se produit, d'après d'innombrables exemples, surtout dans les régions où la masse rocheuse a subi un travail intérieur — écrasement, lamination, etc. La recristallisation est plus fréquente là où les roches ont supporté pendant longtemps une pression statique sans déformation, par exemple, à l'intérieur de noyaux synclinaux. Alors le travail métamorphosant s'est traduit par une recristallisation. La roche prend une structure plus massive, alors que dans l'autre cas elle devient plutôt schisteuse !

Dans le cas de recristallisation par pression statique, il se produit des minéraux denses, saussurite, zoïsite, grenat, rutile, sillimanite, disthène, staurolite, etc.; dans l'autre ce sont des minéraux qui par leur forme facilitent le mouvement, tels que séricite, chlorite, talc, etc.

La pression statique peut agir aussi par suite de la simple surcharge croissante, donc la métamorphose par recristallisation ne doit pas se rencontrer exclusivement dans des contrées très disloquées.

L'influence des eaux souterraines, de l'eau de carrière, est évidente, puisque nombre des minéraux régénérés sont hydratés. Cependant M. Heim ne croit pas à la nécessité absolue de l'eau dans ces phénomènes; c'est cependant un agent facilitant les transformations moléculaires. La pression énorme qui existe dans les grandes profondeurs et qui doit produire la plasticité latente, peut aussi amener une recristallisation sans l'intervention de l'eau.

Un supplément à cette étude, dû à M. ALLENSPACH<sup>1</sup>, décrit plusieurs tranches minces de **dolomite** et de **schistes triasiques**, dont il indique la composition minéralogique. Le schiste argileux micacé se compose surtout de mica incolore à verdâtre (muscovite); il y a en outre du quartz, comme sécrétion, formant des remplissages, du rutile et des oxydes de fer (héma-

<sup>1</sup> G. ALLENSPACH. Dünnschliffe von gefältelten Röhthidolomit-Quartenschiefer am Piz Urlaun, *ibid.* p. 227-237.

tite, limonite) et de la pyrite. La roche présente d'innombrables petits replis. Le quartz présente souvent une extinction onduleuse, donc il s'est formé pendant la compression et en a subi l'influence.

Le calcaire dolomitique a une structure microscopique panidiomorphe grenue qui donne évidemment aux éléments de la roche une certaine mobilité. Dans les parties fortement laminées se montre une structure parallèle ; les grains cristallins s'allongent et s'applatissent sans se briser — ils n'ont fait que changer de forme. Il y a en outre de l'hématite qui s'accumule surtout dans les parties laminées. Au contact des sécrétions de quartz il y a des cristaux de dolomite.

L'auteur a prêté une attention spéciale aux sécrétions de quartz qui remplissent les espaces entre les feuillets schisteux, surtout aux parties recourbées, tandis qu'il n'y a pas de quartz dans les zones de lamination. Ce quartz est composé d'éléments cristallins, dont l'allongement dans le sens de l'axe *c* est ordinairement dirigé dans le sens de la moindre pression. Ces cristaux sont aussi recourbés et cela d'une manière asymétrique des deux côtés d'un même pli. L'extinction onduleuse est fréquente. En conclusion l'auteur constate que le refoulement horizontal n'a été éteint que très lentement par les divers phénomènes, tant mécaniques que chimiques, influencés par la composition de la matière en jeu. Des fissures béantes ne pouvaient pas se former, elles furent comblées au fur et à mesure par des sécrétions.

L'origine des **schistes ardoisiers** a été définie par M. ALB. HEIM<sup>1</sup>. Les argiles qui sont le point de départ des schistes, contiennent ordinairement SiO<sub>2</sub> 45-75 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 12-25 % plus une proportion variable d'autres substances. Les argiles primitives se composent de débris de minéraux ; ce sont des roches détritiques dont les éléments n'adhèrent que par suite de leur petitesse. Le degré de transformation en roches schisteuses permet d'établir la série suivante : argiles, argiles schisteuses, schistes argileux micacés (phyllades), schistes micacés. La transformation se fait par rapprochement croissant des particules et par recristallisation, en suite de quoi le poids spécifique s'élève jusqu'à 2,95 ; en même temps la dureté devient aussi plus grande.

L'auteur met en évidence les circonstances qui peuvent donner aux roches une structure feuilletée.

<sup>1</sup> A. HEIM. Die Entstehung u. die Struktur der Tonschiefer. *Mitteil. Materialprüf. Anstalt. Zurich*, I. 3<sup>e</sup> édition, 1899.

Ce sont :

I. *La stratification plaquetée* (fausse schistosité).

II. *Vraie schistosité*, a) *Schistosité primitive* par sédimentation de limons argileux riches en éléments écailleux. b) *Schistosité par surcharge*, produite pendant la consolidation par l'épaisseur croissante des sédiments superposés. Elle est nécessairement parallèle à la stratification. c) *Schistosité par compression et par écrasement* (clivage). La direction est indépendante de la stratification; elle peut traverser sans déviation des couches repliées (schistosité transversale). L'étirement linéaire produit une seconde fissilité (longrain) qui conduit parfois à la formation de prismes quadrangulaires. Il est évident qu'une roche avec longrain prononcé ne fournira pas de bons schistes ardoisiers. Deux pressions successives dans deux directions différentes auront le même résultat.

III. *Schistosités combinées*. Les diverses causes de la schistosité peuvent naturellement agir isolément ou se combiner. Dans ce dernier cas leur action peut *se superposer parallèlement*, alors on ne peut guère distinguer ce qui en revient à chacune dans la production de la schistosité. Ce seront les meilleurs schistes ardoisiers. Ou bien les deux schistosités *sont orientées différemment*; dans ce cas, le produit n'est qu'une mauvaise ardoise, excepté le cas peut-être que la seconde action, bien plus intense que la première, a complètement effacé l'effet de celle-ci.

L'auteur cite des exemples à l'appui de chacune de ces catégories.

Mentionnons une étude de M. ROTHPLETZ<sup>1</sup> qui décrit un phénomène très fréquent dans les roches de nos Alpes, la présence de veinules zigzagüées traversant les calcaires et dont le parcours est marqué par une pellicule argileuse ou ferrugineuse. Il les nomme **sutures de compression** (Drucksutüren) et les attribue à la compression ayant produit sur un certain plan traversant une roche une dissolution de matière sous l'influence de l'eau de carrière. Le carbonate a été enlevé et s'est secrété sur un point à pression moindre, tandis que la matière argileuse est restée sur place. La démonstration de ce phénomène est admirablement fournie lorsque les

<sup>1</sup> A. ROTHPLETZ. Ueber eigenthümliche Deformation jurassicher Ammoniten durch Drucksutüren und deren Beziehungen zu den Styloliten. *Sitzungsber. Math. phys. Cl. Bayr. Akad. d. Wiss.* XXX. 1900. p. 3-32.

sutures de compression traversent un fossile ; alors on constate que la forme de celui-ci semble modifiée, non pas par étirement, comme cela est si fréquent dans des couches laminées, mais par *disparition* d'une partie du fossile dont la matière a été dissoute de part et d'autre de la suture. Les sutures de compression n'ont rien de commun avec les stylolites qui sont un phénomène purement mécanique, ayant atteint les roches avant leur consolidation complète, même dans les régions les moins disloquées. *Les sutures de compressions sont propres aux roches calcaires fortement bouleversées, donc comprimées.*

*Composition du sol arable.* — M. CHUARD<sup>1</sup> a fait une étude sur la composition du **sol des pâturages du Jura**. Il constate en particulier que ces terres arables se distinguent par l'absence souvent totale du carbonate de chaux dans la couche superficielle et la très forte proportion de matières organiques, en majeure partie non encore humifiées. Voici l'analyse d'un terreau du coteau de Bullet (flanc du Chasseron) :

Calcaire au calcimètre . . . . .	zéro.
Matières organiques totales . . . . .	10.70
» » solubles . . . . .	3.84
Azote total . . . . .	0.840
Chaux combinée . . . . .	2.490
Magnésie . . . . .	1.110
Potasse . . . . .	0.063
Acide phosphorique . . . . .	0.210

La proportion assez forte de chaux combinée montre que ces terres renferment l'humus à l'état normal, combiné à la chaux et non acide. De telles terres pourraient s'améliorer notablement en y ajoutant de la marne.

<sup>1</sup> *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XXXVI, 1900. *Proc. verb.* p. XXXIV.