

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 1 (1921)

Heft: 3-4

Artikel: Les Roches Basiques des Nappes Penniques

Autor: Schnell, J.R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1603>

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: 16.01.2026

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

Les Roches Basiques des Nappes Penniques.

Avec 4 planches et 3 figures dans le texte.

Par

J. R. Schnell.

La présente étude devant tout d'abord se rapporter uniquement aux serpentines à été, au cours du travail, étendue à toute la série des roches basiques présentant en effet de nombreux termes de passages et des relations génétiques communes.

Nous avons également décrit, pour chaque région, quelques types de fond et de roches à grenats rencontrés à proximité de nos zones de roches basiques.

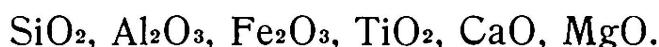
Les méthodes employées au cours du travail sont, au point de vue de l'analyse chimique, les méthodes modernes tenant compte des tous derniers travaux effectués en de nombreux instituts et notamment au Carnegie-Institut de Washington. Quant aux méthodes optiques, qui nous ont permis de serrer de très près le problème de la détermination des espèces minérales, la distinction des différentes variétés et l'étude du métamorphisme, ce sont les méthodes optiques les plus précises, ainsi que les méthodes de Féodoroff, méthodes que j'ai pratiquées à l'Université de Genève sous la direction de M. le Dr. R. Sabot auquel j'exprime ici ma vive gratitude, et qui en plusieurs publications, mentionnées dans la liste bibliographique jointe au présent travail, a perfectionné, et rectifié en quelques cas, les méthodes précédamment employées, en particulier en ce qui concerne la détermination des feldspaths et les méthodes de Féodoroff.

Méthodes de travail employées.

Les différents échantillons prélevés sur le terrain au cours des campagnes (1917, 1918, 1919) ont été déterminés tout d'abord macroscopiquement, puis les plus intéressants d'entre eux, triés par l'étude préliminaire, ont été taillés en

coupes minces et étudiés selon les méthodes pétrographiques ordinaires, en recourant notamment aux méthodes de Michel-Lévy pour la détermination des éléments alumino-alcalins calciques, soit du feldspath. Nous ne décrirons pas ici ces méthodes de détermination, qui sont universellement connues; nous nous contenterons de mentionner rapidement les procédés analytiques employés au cours de l'analyse chimique des termes pétrographiques fondamentaux, ainsi que pour l'analyse d'un certain nombre de minérais et de minéraux appartenant à des gîtes compris dans la région étudiée.

La marche des analyses se résume comme suit:



Désagrégation avec du carbonate de soude,

Séparation de la silice par deux évaporations successives;

Précipitation du filtrat par l'ammoniaque. Précipitation de la chaux par l'oxalate d'amonium, titration de l'oxalate de chaux avec du permanganate de potasse. Précipitation de la magnésie avec le phosphate de soude.

Fer total. Désagrégation avec l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique, dissoudre dans l'acide chlorhydrique, précipiter avec la soude caustique. Dissoudre le précipité dans l'acide chlorhydrique et titrer.

Fer ferrique. Désagrégation avec l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique dans un courant d'acide carbonique, titrer.

Manganèse. Désagrégation par l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique, dissoudre dans l'acide chlorhydrique et titrer avec du permanganate de potasse.

Titanium. Même désagrégation, ajouter le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et comparer colorimétriquement avec une solution de titane.

Soude et potasse. Désagrégation par l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique, séparation des autres composants par voie connue. Dosage de la soude et potasse ensemble. Désagréger les chlorures pesés par l'acide perchlorique et peser le perchlorate de potassium.

Eau. Calciner et arrêter l'eau dans le tube de chlorure de calcium.

Géographie et tectonique.

La contrée que nous avons soumise à notre étude peut se subdiviser en trois régions.

La première que nous désignerons sous le nom de région de Binn, comprend le Binnental et le vallon latéral du Längtal. Elle s'étend à l'est jusqu'à la plus haute des sommités du massif sud du Blindenhorn, l'Ofenhorn. De là sa limite plonge sur l'Albrunpass pour suivre, dans la direction du sud-ouest, la frontière italo-suisse en passant par le Schienhorn et l'échancre du Geisspfad, par où après avoir contourné un sentier atteint le lac alpestre du Geisspfad entre le Rothorn et le Grampielhorn. Ce sentier conduit au Val d'Ossola, par l'Alpe Devero et le Valle Tendra. Le Längtal est dominé au Sud par le Helsenhorn et le Bortelhorn, entre lesquels le Col du Rittpass offre également un accès vers l'Italie. Dans la direction du Nord, et par de là le Strahlgrat, nous avons la vallée du Rhône et plus spécialement la vallée du Goms.

La deuxième région, celle du Simplon, englobe ce val court et sauvage coupé de ravins profonds et torrentueux, qui au dessus de Brigue, s'engoufrent, dans la cluse de la Saltina. C'est là que serpente en suivant les flancs de montagne et passant par le petit village de Berisal, la célèbre route du Simplon. Nous comprenons ici le terrain compris entre le Monte Léone, au sud, avec les Pics secondaires du Breithorn et de l'Hübschhorn, ce dernier particulièrement intéressant par le fait qu'il est sur la ligne de partage des eaux entre le bassin du Rhône et celui du Pô. A l'ouest, nous avons le Glishorn dont le sommet surmonté d'un vaste plateau fait partie du pâturage du Hornstafel. Ce sommet termine au nord la chaîne qui sépare le Nanztal de la Vallée de la Saltine. Au nord, nous nous arrêtons à la Vallée du Rhône et à l'est au Col du Kaltwasser, à la Pta. di Terra-Rossa et au vallon du Schrickboden.

Enfin notre troisième région comprend le groupe imposant des Mischabel dans lequel nous ne citerons que les sommités les plus connues: le Dôme, le Täschhorn, le Strahlhorn, l'Alphubel, l'Allalinhorn et le Rimpfischhorn. Ces sommités, situées à l'extrême sud de notre région, sont toutes à des altitudes variant de 4000 à 4500 m. Cette chaîne compacte et neigeuse, resserrée entre deux profondes vallées, le Saastal

et la Vallée de St. Nicolas, envoie au sud-ouest une ramifications où domine le Hohtäligrat et le Stockhorn, et qui aboutit au massif rocheux de la région de Zermatt.

Localisation tectorique.

Notre aperçu géographique localisant morphologiquement les régions que nous nous proposons d'étudier, doit forcément être complété par une briève esquisse tectonique des Penniques, enfin que nous soyons facilement à même de localiser les divers phénomènes, dans leurs unités tectoniques respectives:

La région de Binn comprenant toute la chaîne allant de l'Ofenhorn au Helsenhorn constitue le noyau de la Nappe du Monte Léone (III). Le Binnental est taillé dans les enveloppes sédimentaires de la nappe III; et peut être même de nappes plus profondes. (Lebendun, Antigorio.) Au Helsenhorn, ainsi qu'au Cherbadung nous trouvons des vestiges de la Nappe du Gd. St. Bernard IV (soit du Gneiss de Berisal très litté et à 2 micas) reposant sur du sédimentaire, de l'enveloppe. Ces vestiges nous indiquent que nous avons affaire au flanc renversé de la IV.

Le Bortelhorn est entièrement constitué par la Nappe IV, qui repose à cet endroit dans un synclinal peu étendu mais très profond, la: „cuillière du Bortelhorn d'Argaud, affectant toutes les Nappes.

La deuxième zone, ou région du Simplon, comprend au Sud la nappe du Monte Léone. La Cime du Monte Léone, qui a donné son nom à la troisième nappe, est entièrement composée des gneiss (gneiss oeillé et litté à biotite) du même nom.

A cet endroit, la nappe du Monte Léone surmonte un plis en retour local du flanc renversé de la nappe du Gd. St. Bernard. Dans la paroi du Wasenhorn, la couverture sédimentaire de la Nappe III forme un anticlinal retourné vers le N, surmonté par les Gneiss de Berisal.

La troisième région nous intéressante comprend le groupe Mischabel-Monte Rosa. Nous tombons ici en plein dans le plis en retour de la IV, autrement dit, du Mischabel-Val Savaranche. Surtout intéressante est la région de l'Allalin, qui constitue un synclinal profond et étri-

qué, séparant la nappe IV de la nappe V. Le flanc supérieur de ce synclinal, flanc intercalé entre les Gneiss du Monte Rosa en bas et les Gneiss du Mischabel en haut, est composé sommairement, dans sa partie supérieure, par les sédiments renversés du plis en retour des Michabel et, dans sa partie basse, par les sédiments du flanc normal de la V „encapuchonnés” sous ce replis de dimensions colossales.

Pourtant, il faut avouer que la présence d'une masse énorme d'écailles complique singulièrement la question tectonique, de manière qu'il est difficile d'identifier les horizons appartenant à l'une ou à l'autre des nappes. Nous nous trouvons en présence d'une répétition tectonique isoclinale presque impossible à déchiffrer.

Il est impossible de séparer dans cette immense variété d'éléments ceux attribuables aux phénomènes tectoniques de ceux constituants des récurrences pétrographiques.

La série de l'Allalin est profondément entaillée, des deux côtés des Mischabel, par les Vallées de Saas et de St. Nicolas, et devient de ce fait facilement étudiable, soit dans les environs de Saas, soit aux abords de Zermatt. Cette zone contient, en plus, quelques éléments anticlinaux, arrachés au plis en retour de la IV. Il s'agit principalement de „l'élément vermiculaire” d'Argaud.

Nous allons étudier successivement les trois régions qui viennent d'être délimitées soit:

- I. La région de Binn.
- II. La région du Simplon.
- III. La région du Mischabel-Monte Rosa.
- IV. La région de Zermatt.

Pour chacune de ces régions, nous considérerons d'abord les caractères généraux tels qu'ils peuvent être déduits de l'étude sur le terrain d'une part, et de l'étude microscopique, d'autre part. Nous passerons ensuite en revue les divers types de roches étudiées sous le microscope, en donnant pour chacun d'eux le diagnostic complet (et éventuellement l'analyse chimique) avec la photographie des termes les plus intéressants.

Dans un dernier chapitre enfin, nous donnerons les tableaux complets des résultats analytiques, avec interprétation de ces derniers selon la méthode d'Osann-Becke.

I. La région de Binn.

Une étude rapide sur le terrain permet de reconnaître à première vue la présence d'un massif basique extrêmement important, principalement situé au sud du lac du Geisspfad et constitué en majeure partie par des périclites variées, plus ou moins transformées en serpentines, et par des chlorito-schistes. Au point de vue géologique, le massif basique forme le cœur de la nappe du Monte Léone. Les prasinites l'accompagnant constituent la première enveloppe de ce noyau basique, une couche plus entre lui est formée par le gneiss, pouvant être à son tour recouverte par des terrains sédimentaires. L'âge des serpentines, ainsi que des prasinites est le jurassique supérieur, parfois même le tertiaire.

La Zone basique se prolonge cependant au N. des lacs (Geisspfadsee und Zusee) où l'on trouve à part les roches sus mentionnées, des termes de prasinites très caractérisés. Nous mentionnerons également l'existence d'une mince bande de calcaires silicatés située entre les deux lacs au voisinage immédiat des prasinites. Il est important de noter que ces calcaires silicatés font partie de la périphérie du noyau et ne sont autre chose que le produit du lessivage des prasinites; on peut donc leur attribuer le même âge qu'aux prasinites.

Au nord de ce massif basique, se rencontre toute une zone gneissique constituée principalement par le gneiss à deux micas du type du Monte Léone avec cependant quelques intercalations d'amphibolite et même de serpentine au nord de la vallée même du Binnental.

Le Massif basique du Geisspfad. La serpentine type du Geisspfad est connue. On peut le voir dans la monographie des roches constituées par de l'antigorite à structure plus ou moins enchevêtrée avec des développements variables de bastite. La richesse en fer qui est elle-même extrêmement variable et ceci pour un même échantillon, nous montre une tendance fréquente au développement de serpentine périphère représentant, en quelque sorte, les premiers termes d'une série continue, qui peut aller de l'antigorite à la bowlingite. Cette variété périphère peut provenir selon toute probabilité d'une absorption de l'élément ferrugineux libéré par la décomposition de minéraux périphères pré-existants. En effet, l'apparition de cette variété de serpentine plus biréfringente et plus colorée semble se faire fréquemment

au voisinage immédiat d'amas vraisemblablement limonitiques. A part ceci, les caractères de serpentines sont normaux. L'antigorite et la bastite sont fréquemment accompagnées de quantités variables de chlorite rattachable à la variété pennine. Cette chlorite qui se présente généralement en amas plus ou moins importants montre une biréfringence variable, parfois presque nulle, mais en tous cas toujours inférieure à 0,003.

L'élément primaire de ces roches est dans certains cas assez abondant et peut cependant manquer complètement (No 275). C'est une olivine à caractères normaux. Il ne faut cependant pas croire que la roche mère de la serpentine soit une péridotite pure ou même une dunite. La très grande majorité des échantillons étudiés nous ayant montré des résidus de pyroxène monoclinique de la série de l'augite-diopside et d'autre part l'existence de quelques larges lamelles de bastite étant l'indice de l'existence d'un pyroxène rhombique primaire dont nous n'avons cependant trouvé de résidus inaltérés.

L'augite-diopside est quelquefois même si abondante que les termes passent à des pyroxénolites à olivine.

Un élément très caractéristique de ces roches du Geisspfad est l'actinote développée en longs prismes de caractères habituels et montrant dans la coupe les formes propres caractéristiques. Cette amphibole peut vraisemblablement provenir d'un pyroxène préexistant et dans d'autres régions du reste, nous retrouverons tous les stades intermédiaires d'un tel processus. Cette actinote est fréquemment décomposée plus ou moins complètement, soit en talc qui forme couronne autour des sections prismatiques et rhombiques, soit en chlorite.

Les péridotites franches à peine serpentinisées ont été rencontrées dans notre région. L'olivine y est dans la règle accompagnée de pyroxène monoclinique ou d'amphibole vert pâle qui peut provenir d'un pyroxène primaire par ouralisation.

Les chloritoschistes avec ou sans actinote appartiennent donc au même groupe génétique et peuvent être considérés comme provenant de la décomposition de régions riches en pyroxène ou en amphibole.

Quant aux prasinites qui ne se rencontrent qu'au nord du massif serpentineux, nous pouvons les envisager conformément à leur étude qui sera poussée plus loin dans les autres

régions comme provenant de roches gabbroïques en relation avec les roches périclithiques.

En résumé on remarquera le caractère de différenciation extrêmement accusé dans ces différentes roches, différenciation accentuée par le métamorphisme et qui, à partir de roches rattachables à la série Harzburgite-Picrite, peut donner les termes suivants:

Périclithite à pyroxène, périclithite à amphibole (avec serpentisation plus ou moins accentuée), périclithite chloriteuse, serpentinite à pyroxène, pyroxénolite à olivine, chloritoschiste avec ou sans actinote, serpentinite chloriteuse à actinote etc.

Bref, nous pouvons trouver sur le terrain des roches extrêmement variées, mais d'étroite parenté génétique rappelant en quelque sorte par la composition minéralogique et ceci macroscopiquement les schlieren basiques des roches gabbroïques et pyroxénitiques. Ce même caractère peut du reste être observé microscopiquement et alors comment pourrait-on selon que la détermination porte sur telle ou telle partie d'une même coupe donner à une seule roche des désignations variées.

Ce caractère hétérogène doit d'une façon générale être considéré comme général pour les roches des faciès alpins, chez lesquels le dynamométamorphisme d'une part et la recristallisation des minéraux constitutifs (avec ou sans action de solution autochtones) peut accentuer considérablement le caractère hétérogène éventuellement préexistant.

La région gneissique située au N. est constituée principalement comme nous l'avons dit plus haut par des roches gneissiques à 2 micas. Géologiquement ce sont les Gneiss du Monte Léone formant la grande masse des deux flancs de la nappe du même nom. Dans notre région ils caractérisent le flanc inférieur de la III., qui du reste est passablement aminci et plissoté localement.

Notre étude ayant porté sur les roches basiques, nous ne ferons que mentionner cette région gneissique sans approfondir davantage.

Monographie des types étudiés.

No 270. H. Périclithite à amphibole; Rivière alimentant le Grand Lac du Geisspfad. Roche verte compacte, s'altérant à la surface en une masse brune compacte. La coloration brune est due à la transformation du fer (magnétite) en limonite.

S. L. M. La roche est formée en grande partie par l'olivine, qui est tantôt en petits grains, tantôt en sections prismatiques. On constate des différences d'altération,

- 1^o l'épigénie en chrysotile, fibres allongés perpendiculaires aux cassures; allongement (+), signe optique (+), $E = 0^\circ$, $ng - np = 0,005$ à $0,006$.
- 2^o Antigorite fibro-lamellaire ($E = 0^\circ$, signe optique (+), allongement (+), $2V$ grand, $ng - np = 0,02$ à $0,03$, $n = 1,58$).
- 3^o L'association de l'olivine avec une amphibole vert pâle, presque incolore formant parfois des amas interpénétrés. Cette amphibole faiblement biréfringente, en cristaux mal formés, pourrait être considérée comme provenant de l'olivine, ainsi que ceci a été observé pour la trémolite dans certains gabbros à olivine. Cependant ce minéral pourrait provenir également d'un pyroxène primaire dont il ne reste plus de trace.

La chlorite est fréquemment groupée et interpénétrée elle aussi avec l'amphibole, elle se présente également en amas et gros grains arrondis; enfin elle se rencontre en fibres positives de signe optique (-) et de très faible biréfringence, au plus 0,001.

No 271. H. Périidotite à amphibole serpentini-sée, entre Zusee et Marienbiel. Roche noire verdâtre à cassure franche et sur laquelle on distingue déjà à l'œil nu les cristaux d'olivine.

S. L. M. L'olivine se présente en gros grains craclés sans contours nets, parfois presque complètement serpentinisée. Ses caractères sont normaux. On observe encore une amphibole incolore rattachable à la trémolite et d'une remarquable fraîcheur. Les sections souvent en forme de losange montrent nettement le clivage (m) (E à 21°). Certaines sections d'amphibole sont assez riches en inclusions brunâtres plus ou moins opaques et rappellent par leur aspect les amphiboles d'ouralitisation précédemment décrites, mais il n'a pu être observé des restes de pyroxène. On observe d'autre part quelques amas de chlorite à fibres négatives, signe optique (+) et de très faible biréfringence.

No 276. Périidotite chloriteuse à amphibole, Région Grempiolo, versant Valle Rossa. La roche est formée en grande partie par de l'olivine en grains craclés

de plus ou moins grandes dimensions présentant l'association caractéristique précédemment décrite, avec une amphibole incolore du groupe de la trémolite. On observe encore de l'antigorite en fibres positives, ainsi que de la chlorite brunâtre et très faiblement biréfringente associée elle-même à l'amphibole, qu'elle moule et pénètre. Cette chlorite est plus ou moins riche en fer et de ce fait plus ou moins colorée, elle est assez fortement dispersive. On remarquera ça et là dans la coupe quelques résidus de pyroxène identifiable par l'angle $2V$ positif et moyen. Accessoirement on trouve du leucoxène et de la magnétite.

No 277. H. Péridotite chloriteuse à amphibole, Schwarzhorn. I, Fig. 1. Roche verte d'une fraîcheur remarquable à cassure franche. Des petits cristaux prismatiques jaunes verdâtres sont visibles à la loupe.

S. L. M. La roche dans sa presque totalité est constituée par l'olivine très fraîche et largement développée. A côté de l'olivine on observe, à part un peu d'antigorite, quelques régions assez riches en amphibole du groupe de la trémolite, elle-même associée à de petites quantités de chlorite de biréfringence extrêmement faible (inférieure à 0,001). Cette association minérale est caractéristique pour les roches de la région et correspond au type précédemment décrit, mais ici l'olivine est de beaucoup prépondérante. Accessoirement on observe un peu de carbonate intersticiel.

L'Analyse chimique est la suivante:

SiO_2	= 41,48 %			95,82 %
TiO_2	= 0,34 %			0,11 %
Al_2O_3	= 3,18 %			0,034 %
Fe_2O_3	= 2,01 %			0,15 %
FeO	= 6,20 %			1,01 %
MgO	= 42,61 %			3,20 %
			Total =	100,324 %
	95,82 %			

No 231. Pyroxénolite à olivine, Arête du Schwarzhorn. I, Fig. 2.

S. L. M. La roche se montre constituée par du pyroxène abondant identifiable par son angle des axes moyens et positifs, angle d'extinction 38° , $\text{ng} - \text{np} = 0,028$. Il est développé en grains plus ou moins arrondis de grandeurs variables et montre parfois la transformation en amphibole.

Amphibole. Ce dernier minéral est également assez bien développée et à caractères normaux. On trouve encore l'oli-

vine en quantités variables suivant les régions de la coupe, puis de l'antigorite à structure fibro-lamellaire. La roche à structure granoblastique montre une tendance cataclastique, beaucoup de minéraux notamment le pyroxène et l'olivine étant réduits en mosaïque de tout petits grains. A part ceci la roche est assez fraîche, l'antigorite étant abondante.

No 229. H. Pyroxénolite à olivine, Bord nord du lac du Geisspfad. La roche verte à schistosité marquée est finement grenue. Sur les surfaces de cassure nous observons un minéral jaunâtre translucide.

S. L. M. Amphibole (allongement (+), signe optique (-), $2V$ grand, $n = 1,6$, $ng - np = 0,025$, $E = 18^\circ$.

Antigorite lamelles extrêmement étirées et orientées parallèlement à la schistosité. Caractères normaux.

Olivine petites sections arrondies abondantes identifiables par l'angle $2V$ voisin de 90° , et le signe optique (+). Elle épigénise à l'antigorite. Les contours et les cassures de l'olivine sont bordés par la magnétite. Sur les sections complètement épigénisées on perçoit nettement la structure maillée indiquant l'olivine comme élément primaire. On rencontre l'augite-diopside en grandes sections fréquemment ouralitisées; les sections en voie d'ouralisation montrent très nettement le noyau de pyroxène entouré d'amphibole qui se développe à la périphérie et parallèlement aux clivages. Cette ouralisation est accompagnée d'une sécrétation de produits ferrugineux constituée par de la limonite et des cristaux d'actinote sont fréquemment implantés sur la zone d'amphibole secondaire. On trouve accessoirement quelques amas de chlorite vert pâle. (Allongement (-), signe optique (+), $ng - np$ environ 0,001.)

No 232. Pyroxénite à olivine, Col du Geisspfad. S. L. M. La roche est analogue au 231 et présente la même composition si ce n'est que l'olivine qui semble moins abondante. On trouve de plus de la chlorite disposée en amas et sous forme de quelques lamelles accompagnant l'antigorite. Allongement (-), signe optique (+), $ng - np = 0,001$, dispersion assez forte. On rencontre accessoirement quelques grains d'épidote.

No 266. Périclase à pyroxène, Monticule sur Zurssee (Binn). I, Fig. 3.

S. L. M. La roche est formée par un fond sombre composé d'antigorite et de bastite. Englobé par ces deux minéraux on trouve quelques résidus granuleux d'olivine ainsi

que des cristaux bien formés rappelant par leurs contours les amphiboles. La richesse en fer de ces cristaux permet de conclure à l'existence d'une hornblende périphère, qui semble du reste en relation avec quelques résidus, assez rares, d'un pyroxène primaire. On remarquera au milieu de la masse d'antigorite des augmentations locales de biréfringence et une teinte jaunâtre. Ceci correspond à l'augmentation de la teneur en fer. L'olivine a été très altérée, par place on ne la reconnaît plus que par les structures rélictées, qui sont typiques pour ce minéral. La magnétite partiellement limonitisée pigmente toute la roche.

No 226. Serpentine provenant d'une Picrite, Grand massif serpentineux du Geisspfad (milieu).

S. L. M. La roche est formée par de l'antigorite à structure enchevêtrée avec souvent une tendance à la bastite. Comme minéral primaire on observe de grandes sections presque entièrement serpentinisées montrant quelques résidus d'olivine, qui est également identifiable sur quelques grains plus frais. On trouve d'autre part de l'antigorite abondante, qui peut être identifiée par son angle $+2V$ d'environ $+50^\circ$, l'angle d'extinction pour ng est de 38° , et quelques mâcles sur h^1 . On rencontre encore un peu d'actinote qui se présente en larges sections rhombiques remarquablement fraîches. Accessoirement on trouve des amas de magnétite au voisinage desquels se développe fréquemment de la chlorite très peu biréfringente (allongement (+) signe optique (-) $ng - np = 0,001$ au maximum).

Il est à remarquer que certaines plages de pyroxène présentent fréquemment une transformation par ouralitisation en amphibole fibreuse.

No 268. H. Serpentine à actinote et trémolite, en dessous du Col du Geisspfad, près du Lac. Roche verte bariolée à cassure esquilleuse.

S. L. M. L'antigorite fibro-lamellaire enchevêtrée forme le fond de la roche (signe optique (+), allongement (+), $2V$ grand, $ng - np = 0,003$, $n = 1,56$, $E = 0^\circ$). On observe au milieu de l'antigorite quelques sections à contours très nets fréquemment en forme de losange et montrant nettement les clivages (m); le signe optique (-), angle $2V$ grand et les caractères sont ceux d'une trémolite-actinote où on remarque d'autre part la formation périphérique du talc, qui peut même se substituer complètement à l'amphibole.

Le fer est assez bien représenté et la limonite produit secondaire dérivant de la magnétite donne une coloration jaunâtre à son milieu ambiant.

R e m a r q u e. Ces roches serpentineuses semblent donc provenir de roches péridotiques contenant soit du pyroxène, soit de l'actinote trémolite, souvent très fraîche mais qui est peut-être elle-même dérivée d'un élément pyroxénique. Cette amphibole donne par sa décomposition le talc si fréquemment en quantités plus ou moins considérables dans les serpentines de la région.

No 272. H. Serpentine à olivine, Rivière du Grand Lac du Geisspfad. La roche verte est compacte et présente des surfaces irisantes. Des taches jaunes indiquent le fer.

S. L. M. L'olivine distribuée par grains et par amas assez complexes joue le rôle d'élément constitutif principal. Certaines sections de ce minéral épigénisent en produits carbonatés, cas qui est plutôt rare dans cette roche. D'autres passent latéralement à l'antigorite finement fibreuse et orientée d'une façon quelconque.

No 275. H. Serpentine franche, Pointe est du Lac du Geisspfad. Roche vert foncé compacte à cassure nette. L'antigorite à structure finement grenue enchevêtrée accompagnée de quelques lames de bastite forme toute la roche ($ng - np = 0,007$). Magnétite quelques sections, oligiste rare, limonite larges trainées.

No 273. H. Chloritoschiste; Pzo di Grempiolo. Roche très homogène noirâtre de faible dureté.

S. L. M. La roche est uniquement formée par la chlorite compacte et finement cristallisée avec caractères suivants (allongement (—), signe optique (+), $2V$ presque 0, $ng - np = 0,004$ à $0,005$). Dans les noyaux plus riches en fer, la chlorite passe à la variété délessite ($ng - np = 0,011$ à $0,012$). Le polychroisme étant nettement appréciable dans les tons brun rouge plus ou moins foncé et la biréfringence pouvant monter à 0,012. Certaines régions plus riches en fer présentent des amas grisâtres et par leurs contours soulignent la forme d'un minéral primaire dont il ne reste plus trace.

No 278. Chloritoschiste, sud du Lac de Marienbiel.

S. L. M. Elle est identique au No 283. Mais la chlorite est de composition constante (allongement (—), signe optique

(+), $2V$ presque 0, $ng - np = 0,008$). On observe d'autre part de grands cristaux de magnétite.

No 218. H. Chloritoschiste, Marienbiel. La roche très schisteuse de couleur foncée est pour la majeure partie constituée par une chlorite qui se présente sur le Handstück en paillettes étirées et tordues montrant l'éclat et la coloration caractéristique au chlorite.

S. L. M. La pennine forme toute la roche (faiblement biaxe (+) allongement (-) $n = 1,6$ $2V$ 10 à 20° $ng - np = 0,003$). La dispersion est assez marquée. Le polychroisme est celui qu'habituel avec ng jaune verdâtre, np vert cru.

Les sections basales montrent fréquemment des formes triangulaires ou dites trigonales ou même assez souvent une forme hexagonale avec noyau triangulaire plus faiblement biréfringent. Cet habitus rappelle les cristaux de pennine macroscopiques rencontrés dans la région.

No 217. H. Chloritoschiste à actinote, Montée du Rothorn. La roche verte finement grenue de grande dureté à cassure franche nous montre macroscopiquement d'innombrables aiguilles incolores.

S. L. M. La roche contient de grands cristaux prismatiques d'actinote qui sur leur section transversale montrent nettement les clivages prismatiques caractéristiques et la forme en losange due au développement des faces (m) (110). Cette actinote est incolore et présente un angle d'extinction de 18° pour ng et une biréfringence $ng - np = 0,025$. Ces cristaux sont noyés dans une masse finement cristallisée constituée par de la chlorite à allongement (-), signe optique (+) et $ng - np$ d'environ 0,001. La dispersion de cette chlorite est assez marquée et la biréfringence est variable. Le polychroisme perceptible dans les tons vert bleu à jaune verdâtre. On trouve par place des amas fibro-lamellaires fréquemment à tendance centroradiée qui se distinguent de la chlorite, ci-dessus par l'allongement (+), signe optique (-), $2V$ moyen et $ng - np = 0,006$; ces caractères se rapprochent de ceux de l'antigorite mais le polychroisme très appréciable se fait d'une façon à celui des clinochlores avec ng vert pâle et np jaune verdâtre pâle. La magnétite et limonite forment des amas irréguliers.

No 227. Chloritoschiste à actinote, Marienbiel.

S. L. M. Clinochlore en sections allongées et lambeaux à contours irréguliers. Le clivage (001) est farfrait. On observe les mâcles habituels sur p (001) et l'extinction varie de 0 à 8° par

rappart à la trace du clivage. La biréfringence $ng - np$ souvent variable dans une même section est de 0,005 à 0,007. Allongement (—), signe optique (+). Le polychroisme se fait avec ng jaunâtre et np vert bleuâtre. Il est à remarquer que le développement du clinochlore est extrêmement variable tantôt en grandes lames, tantôt en amas de toutes petites lamelles. Le clinochlore est accompagné de petites quantités d'une autre chlorite plus faiblement biréfringente ($ng - np = 0,001$) et beaucoup plus dispersive; variété pennine. Dans la masse fondamentale de chlorite se trouvent de nombreuses petites sections et prismes d'actinote ($E = 15^\circ$, allongement (+), signe optique (—), $ng - np = 0,025$). Accessoirement on trouve un peu de sphène et un peu de magnétite.

No 267. H. Prasinite amphibolique, Torrent Messern, descente second Lac, près de la paroi. Roche litée verte. Alternances fréquentes entre les feldspaths et l'élément vert appartenent pro parte à l'actinote et à la chlorite.

S. L. M. La roche se montre constituée essentiellement par de l'amphibole et du feldspath avec accessoirement un peu d'épidote et de sphène assez abondant. L'actinote développée en sections bassales, présentant les clivages (m), et sections prismatiques sans terminaison distincte et donnant le clivage (m) (110) facile avec une extinction de 18° pour ng sur la face g^1 ($ng - np = 0,023$ et le polychroisme se fait comme suit: ng bleu vert, nm vert et np jaune pâle).

Le feldspath peu abondant est développé de préférence en grandes sections criblées par l'amphibole. Il est fréquemment mâclé et on observe alors les mâcles suivant les lois de l'Albite et la Péricline (cette dernière est bien développée). Sur une section Snp mâclée selon les lois de la Péricline et de l'Albite on a observé un angle d'extinction de 6° par rapport à la trace de g^1 du même côté que l'angle de 4° formé avec cette même directrice par la normale à la trace de la Péricline. Ceci correspond à 12 % d'anorthite.

L'épidote en grains et prismes courts et caractères optiques normaux est peu abondante.

Comme éléments accessoires nous mentionnons le sphène, l'oligiste et la limonite.

Structure Granoblastique.

L'analyse chimique est la suivante:

Si O_2	=	49,18 %			72,613 %
Ti O_2	=	1,54 %	Mg O	=	13,16 %
Al_2O_3	=	12,16 %	Ca O	=	9,87 %
Fe_2O_3	=	2,44 %	Na_2O	=	0,45 %
Fe O	=	7,23 %	K_2O	=	2,46 %
Mn O	=	0,063 %	H_2O	=	1,68 %
		<hr/>			<hr/>
		72,613 %	Total	=	100,233 %

II. Région du Simplon.

Les roches basiques et les roches gneissiques au point de vue pétrographique et tectonique. Cette région située à l'est du Col forme le prolongement naturel de la région de Binn au point de vue géographique comme au point de vue pétrographique. Au nord de l'arête rocheuse du Simplon au Furggenbaumhorn, nous trouvons des roches gneissiques analogues à celles de la vallée de Binn et présentant comme ces dernières, quelques intercalations de roches amphiboliques. Ces gneiss parviennent même sur l'arête du Mäderhorn notamment où une détermination nous a permis de les identifier comme gneiss à deux micas. Ils font partie des gneiss de Berisal. NIV.

A l'est du Mäderhorn, au Wasenhorn, nous retrouvons le même type gneissique, mais plus pauvre en feldspath, et passant ainsi aux mica schistes. A l'ouest également, nous observons le passage aux mica schistes, avec un écrasement intense, notamment à l'hospice du Simplon. La composition de ces gneiss est assez constante. Le feldspath y est albitique et les proportions relatives de biotite et de muscovite sont variables. Un élément caractéristique de ces gneiss est le grenat, indice d'une réaction métamorphique entre le gneiss et des roches basiques, réaction métamorphique qui semble être accompagnée d'un appauvrissement en anorthite du plagioclase, le pourcentage ne dépassant pas 16 dans les termes étudiés.

Une des charnières anticlinales de la nappe du Monte Léone, est taillée dans le flancs SE du Wasen et du Mäderhorn. Cette tête anticlinale est bordée par des couches sédimentaires qui, tout à la fin servent de coussinet à cette nappe et d'enveloppe à la nappe du Gd. St. Bernard. IV.

Les roches basiques étant injectées dans le noyau de la nappe III. et arrivant ici jusque très près des roches (gneiss)

formant en premier lieu la cara-pace amincie du plis, et de son substratum, ont facilement pu produire les phénomènes de métamorphisme mentionnés plus haut.

Dans la région située au sud de l'arête précitée, on retrouve des roches gneissiques qui sont exceptionnellement riches en grenats. La présence de ce minéral en quantités considérables nous signalant l'existence proche de roches basiques, riches en chaux (prasinite ou même leur terme extrême de calcaire silicaté). Ces roches peuvent éventuellement se retrouver sous la masse gneissique du sud qui aurait ainsi pu recouvrir les serpentines analogues à celles du Geisspfad, dont nous ne retrouvons ici qu'une portion de la couronne périphérique de prasinites (roches gabbroïques primaires, qui débordent sous le gneiss et viennent constituer l'arête allant du Wasenhorn au Mäderhorn et s'incurvant ensuite vers le Hübschhorn. On trouve en effet sur cette arête des prasinites, principalement amphiboliques et même une serpentine franche, ce qui vient confirmer notre conception.

La serpentine est analogue à certains types du Geisspfad, mais l'actinote au lieu de se présenter en cristaux bien formés, se rencontre en masses esquilleuses qui témoignent d'actions dynamiques plus puissantes. On trouve encore le talc provenant d'une trémolite. Nous, nous trouvons dans le flanc renversé de l'encapuchonnement, de la III.

Quant aux prasinites, elles sont formées par le feldspath et l'amphibole, avec plus ou moins de zoisite ou d'épidote et analogues à la prasinite du Geisspfad ainsi qu'aux prasinites qui seront vues dans un chapitre suivant.

Les actions dynamiques s'accusent notamment chez la prasinite du Wasenhorn par le morcellement du feldspath et le caractère esquilleux de l'amphibole. Quant aux caractères généraux de la série des prasinites, nous les mentionnerons dans la suite en étudiant les régions où ces roches sont particulièrement abondantes.

Monographie des types étudiés.

No 279. H. Gneiss à deux micas, Mäderhorn versant Kaltwassergletscher. La roche très schisteuse est pétrie par du grenat rouge et fortement colorée par l'altération du fer et du mica.

S. L. M. Le feldspath albite est développé en petits grains parfois mâclés ($\text{Sng} + 20^\circ 2\%$ d'anorthite). Le mica-blanc très abondant est disposé parallèlement à la schistosité.

La biotite de couleur vert brunâtre à brun rouge est en quantités inférieures à la muscovite. Elle est plus ou moins transformée en chlorite (allongement (—), signe optique (+), $\text{ng} - \text{np} = 0,003$). On trouve accessoirement à part le grenat quelques grains d'épidote légèrement jaunâtre, un peu de zoisite en grandes dimensions variables, du sphène criblant les autres minéraux, en particulier le grenat et un élément opaque (magnétite) disposé en aiguilles.

No 281. Gneiss passant au micaschistes, Wasenhor n.

S. L. M. La roche montre la muscovite ($\text{ng} - \text{np} = 0,038$) très abondante de caractères normaux associée à de la biotite ($\text{ng} - \text{np} = 0,042$) brune à brun verdâtre, qui est plus ou moins transformée en une chlorite verte (allongement (—), signe optique (+), $\text{ng} - \text{np} = 0,003$). Le quartz et le feldspath sont en faibles quantités relativement au mica et le quartz est beaucoup plus abondant que le feldspath. Ce dernier parfois mâclé selon la loi de l'Albite, se rattachant vraisemblablement à un terme albitique. (Indices inférieurs à ceux du quartz.) Accessoirement on trouve un peu d'épidote et de zoisite. Quant au grenat, il contient de fréquentes inclusions d'épidote, de sphène et de magnétite.

No 283. Terme de passage des micaschistes au gneiss, type fortement écrasé.

S. L. M. La roche à structure cataclastique évidente est formée en grande partie par du quartz associé à de la biotite à caractères normaux plus ou moins transformée en une chlorite vert pâle à allongement (—). Le mica blanc est présent, mais en faibles quantités. La magnétite est abondante en amas, en trainées soulignant les cassures dans la roche et en grains pigmentant toute la roche. Quant au feldspath, il est en quantités très restreintes relativement au quartz; il est souvent mâclé suivant la loi de l'Albite avec mâcles fines et répétées ($\text{Sng} + 9^\circ 16\%$ d'anorthite. Oligochlase 1 Ab₄ à An₁).

No 280. Prasinite amphibolique, Wasenhorn, paroi descente Pta. di Terra Rossa, voisinage Ref. Militaire.

S. L. M. La roche se montre constituée par de l'amphibole (variété actinote-hornblende) abondante associée à un

feldspath albitique ($\text{Sng} + 17^\circ 4\%$ d'anorthite), qui remplit les intervalles entre les amas d'amphibole et est également pénétré par ce dernier minéral.

On observe encore quelques grains d'épidote et de zoisite et un peu de chlorite. Comme minéraux accessoires on a de la magnétite, du sphène et de la calcite intersticielle assez fortement pigmentée par des produits limonitiques.

No 282. Prasinite schisteuse, Wasenhorn. Schistosité dynamique sens (direction), SE plongement 38° SW parallèle à la direction générale des plis penniques.

S.L.M. La roche montre une orientation parallèle, caractéristique des éléments. Elle est constituée par une amphibole vert pâle (extinction 18° , $\text{ng} - \text{np} = 0,022$) en prismes allongés sans terminaison distincte. Cette amphibole abondante est associée à de la zoisite en petits grains et prismes courts assez abondante également, et un feldspath moullant les minéraux ci-dessus et pénétrés par eux. Ce feldspath en grains de petites dimensions (actions dynamiques) est assez souvent mâclé. Il s'agit d'un terme albitique $\text{Sng} + 21^\circ$, 0 % d'anorthite. Accessoirement on trouve le sphène.

No 284. H. Serpentine, Hübschhorn (2400 m). Roche vert foncé compacte.

S.L.M. La roche est formée en grande partie par l'antigorite à structure ordinaire accompagnée d'un peu de bastite et de nombreuses petites sections et esquilles d'une amphibole vert bleuâtre présentant nettement les caractères de débris parsemés dans l'antigorite. Il s'agit d'une actinote. D'autre part on remarque des amas de talc avec résidus d'une amphibole incolore rattachable à la trémolite. La magnétite et limonite est abondante en amas et en grains pigmentant la roche.

L'analyse chimique est la suivante:

SiO_2	= 38,46 %	56,295 %
TiO_2	= 0,074 %	32,90 %
Al_2O_3	= 9,69 %	0,034 %
Fe_2O_3	= 2,31 %	0,036 %
FeO	= 5,72 %	0,094 %
MnO	= 0,041 %	10,92 %
	56,285 %	Total = 100,279 %

III. Région des Mischabel-Monte Rosa.

G é n é r a l i t é s. Cette région est particulièrement intéressante quant au développement considérable des prasinites. Si l'on se rapporte au paragraphe suivant, on remarquera que, vu la parenté génétique étroite des prasinites et des amphibolites (lesquelles ne constituent en quelque sorte qu'un faciès amphibolique des prasinites) la zone prasinitique, qui va du Rinderberg au Mittaghorn a son prolongement naturel dans les intercalations amphiboliques situées au Nord du Simplon et de la vallée de Binn. La zone Rinderberg-Mittaghorn est taillée dans l'enveloppe sédimentaire recouvrant le flanc normal de la nappe du Mont Rose. D'autre part, la bande de prasinites se trouve, dans cette région, accompagnée comme au Binnental, par des serpentines de caractères cependant distincts des précédentes.

D'autre part, tandis qu'au Geisspfad les prasinites sont au Nord des serpentines, nous avons ici exactement l'inverse; ceci prouve que le centre du massif périclitique ayant fourni les roches basiques de la nappe du Mont Rose et des nappes supérieures se trouve plus au N., dans la partie visible de la zone de l'Allalin, tandis que dans les nappes précédentes (I à III) le centre basique (pyroxénitique) se trouve plus au S. des affleurements visibles au Geisspfad.

L e s p r a s i n i t e s. Ces roches sont essentiellement constituées par un feldspath alcalin toujours pauvre en anorthite, le pourcentage ne dépassant pas 10, accompagné par de l'épidote, de la zoisite, de l'amphibole ou de la chlorite. Il s'agit ici très nettement de roches gabbroïques plus ou moins mélanocrates, qui ont été albitisées et ouralitisées. L'albitisation du plagioclase donne ainsi naissance à un terme acide tout à fait constant, tandis que la chaux est fixée dans l'épidote ou la zoisite. Quant à l'élément ferromagnésien ou pyroxène, il est transformé par ouralisation en une amphibole tantôt fibreuse, tantôt trapue. On observe même souvent ces deux types. Nous pouvons prouver l'existence de ce processus ayant chez divers échantillons trouvé des résidus de pyroxène qui occupent le centre de plages amphiboliques. Ce pyroxène primaire appartient à la série diopside-augite et suivant la teneur en alumine, il donne naissance à des amphiboles du type actinote ou du type hornblende.

Nous avons également observé la formation d'une amphibole alcaline rappelant le type de la sorétite (254) dans ce cas, de larges plages d'amphibole montrent un centre incolore et une bordure bleu verdâtre, avec tendance à se transformer en esquilles et en même temps, augmentation de la coloration. Dans le cas de la simple ouralisation, nous avons pu constater maintes fois l'orientation parallèle du pyroxène et de la hornblende secondaire.

La transformation du pyroxène en amphibole et tout particulièrement en amphibole alcaline peut être considérée comme favorisée par l'action hydrothermale qui provoque l'absorption d'alcalis par le pyroxène en voie de décomposition ou par l'amphibole déjà formée. Ces alcalis peuvent provenir de la roche elle-même (Solutions autochtones). On remarque en effet d'une façon générale un appauvrissement fréquent de ces roches (comparativement aux analyses de Gabbros) en alcalis qui peuvent être fixés localement par l'amphibole alcaline. Il semble également que l'on ait dans bien des cas un appauvrissement en chaux, qui d'une façon analogue aux alcalis, se trouvent transportés à plus ou moins grande distance et donnent alors des termes particulièrement riches en calcite, tantôt intersticielle, tantôt prédominante, dont les types extrêmes seraient les calcaires silicatés et même les cipolins. Il peut en être de même de la silice qui provoquerait ainsi la formation de solutions siliceuses.

Quant à la chlorite, nous pouvons l'envisager soit comme provenant d'un élément ferromagnésien par métamorphisme chimique, soit comme provenant d'un mica noir. Certaines roches montrent en effet de la biotite et peut-être serions-nous autorisés à les rattacher à des types dioritiques primaires en relation avec les gabbros de la ceinture périclinal.

Le grenat est parfois assez abondant et peut même dans certains cas constituer avec l'épidote la plus grande partie de la roche. Nous aurions ainsi le terme extrême de lessivage par le départ d'une grande partie de la silice et de l'alcali.

La famille des prasinites présente donc un caractère hétérogène très accentué, beaucoup plus marqué que dans la série des périclinalites. La variation de proportions des divers minéraux est extrêmement grande, aussi bien macroscopiquement que microscopiquement, et c'est ainsi que des roches désignées comme amphibolites, gneiss épidotiques, chloritoschistes, calcaires silicatés, actinolites, même quartzite, etc. peuvent être

rattachées à un même type général; ces diverses variétés pouvant être observées non seulement à quelques mètres, mais à quelques millimètres de distance.

Cette tendance est d'autant plus marquée que les roches ont subi une action dynamique plus intense et la schistosité s'accuse ainsi par la disposition des minéraux constitutifs en strates. Les prasinites au point de vue géologique proviendraient de nappes éruptives (termes effusifs, probablement soumarins) intercalées normalement et à plusieurs reprises dans les paraschistes des nappes cristallines.

R e m a r q u e α. Selon le processus de l'albitisation d'une part qui libère une plus ou moins grande quantité de silice, et selon l'intensité du lessivage d'autre part, on comprend aisément que la présence du quartz en proportions même extrêmement variables soit un facteur génétique sans importance et ne doive notamment pas être pris en considération dans la définition pétrographique des prasinites.

R e m a r q u e β. Dans la région de l'Allalinhorn, l'étude pétrographique semble indiquer un métamorphisme tout particulier d'ordre évidemment hydrothermal. On trouve en effet d'une part des prasinites à amphibole alcaline (No 254) et d'autre part, des pyroxénolites plus ou moins amphiboliques chez lesquelles une grande partie de la roche est constituée non seulement par de l'épidote, mais encore par de la lawsonite (No 244). L'un des types étudiées est même constitué presque exclusivement par de la lawsonite et de la chlorite en quantités sensiblement égales. Ces deux minéraux nécessitant pour leur formation la fixation d'une notable quantité d'eau, le métamorphisme hydrothermal est donc ici prédominant.

Génétiquement ces roches à lawsonite se rattachent donc aux prasinites.

L e s s e r p e n t i n e s d e l a r é g i o n. Ces roches situées donc au nord de la zone des prasinites sont formées principalement par de l'antigorite avec un peu de bastite et même de crysotile. On trouve accessoirement la magnétite, la limonite et rarement du talc ou de la chlorite, mais toujours en quantités très restreintes. Nous n'avons jamais observé de résidus de pyroxène. Ces serpentines proviendraient donc d'une roche essentiellement périclithique et la serpentine proviendrait (serpentine du synclinal entre la IV et V) ainsi d'un massif périclithique situé primairement plus au N, massif périclithique vraisemblablement plus considérable que celui de la nappe précédente.

Monographie des types étudiés.

No 236. H. Prasinite mélanocrate, Heidenfriedhof. Roche verte schisteuse. La schistosité est parallèle au plongement de toute la série vers le Nord. A la loupe on distingue l'épidote, une chlorite et de gros feldspaths très étirés.

S. L. M. La roche est constituée principalement par de l'épidote et de la zoisite accompagnée d'une amphibole plus ou moins réduite en esquilles et de quantités moindres de feldspath d'albitisation. L'épidote développée en grands cristaux présente des caractères normaux. Elle est fréquemment zonée avec répétition des zones. Sa biréfringence est faible. Cette épidote est accompagnée par de l' α zoisite fortement disperse et par de la β zoisite. Ces deux minéraux étant parfois groupés entre eux et avec l'épidote, et constituant en tous cas de grandes plages, leurs caractères sont normaux.

L'amphibole se présente en larges plages trapues plus ou moins réduites en esquilles, de couleur vert pâle et faiblement polychroïque. Le feldspath se rattache aux termes connus (section Sng + 17° d'où 4 % d'anorthite). On trouve encore accessoirement un peu de chlorite positive de biréfringence 0,003, et passablement de sphène en petits grains, ainsi que passablement de rutile en petites aiguilles.

No 234. Prasinite, Meiggertäli.

S. L. M. La roche est constituée par une association d'épidote, d'amphibole et de chlorite. Ces trois minéraux sont abondants et criblant de grandes sections de feldspath lequel est en quantité beaucoup plus restreinte et parfois même non développé dans certaines régions de la préparation. Accessoirement on trouve du grenat en grains arrondis avec inclusions de zoisite et d'amphibole, puis du sphène en nombreux petits grains répartis assez uniformément. L'amphibole se rattache au groupe de l'actinote-hornblende. Elle est développée en sections plutôt trapues présentant le plus souvent un noyau incolore et bordure vert pâle. (L'angle d'extinction est de 20° et $ng - np = 0,022$.) Les sections plus allongées et en esquilles sont de couleur vert pâle uniforme.

L'épidote présente les caractères normaux, quant à la chlorite elle a un allongement (—), signe optique (+) et $2V$ faible.

Le feldspath est en grains généralement non mâclés et parfois zonés et dans ce cas avec bordure plus riche en anor-

thite. On a observé pour une face g¹ des extinctions variant de + 18° à + 15° soit de 5 à 9 % d'anorthite.

No 238. H. Prasinite écrasée, Heidenfriedhof. Le Heidenfriedhof fait partie du synclinal écrasé entre le Mittaghorn et l'Egginnerhorn (Enveloppe du flanc normal de la nappe V). Schiste vert fortement écrasé. Les feldspaths sont totalement déformés et prennent une orientation parallèle à la schistosité. Des pointements de grenat rouge abondent sur le Handstück.

S. L. M. La roche se montre constituée par une association d'épidote, chlorite, biotite et de hornblende ainsi que d'un feldspath d'albitisation en quantités plutôt inférieures aux autres minéraux.

L'épidote est développée en prismes courts et en grains, et disposé de préférence parallèlement à la schistosité. Ses caractères sont normaux.

La chlorite abondante de couleur vert pâle avec polychroisme habituel montre un allongement (—), signe optique (+), $ng - np = 0,003$. Cette chlorite est associée à de la biotite brun vert dont elle provient vraisemblablement ($ng - np = 0,040$).

L'amphibole peu abondante est assez fortement colorée en vert bleuâtre. Elle se présente en sections plus ou moins prismatiques parfois un peu zonées et en amas irréguliers (signe optique (—), 2V grand, extinction à 15° pour $ng, ng - np = 0,020$ à 0,018).

Le feldspath, en grains criblés par les autres éléments, sans mâcles est ici plutôt de petite taille. C'est le type commun ($Sng + 20^\circ$, 2 % d'anorthite). Accessoirement on trouve du leucoxène, de la magnétite en amas et trainées. Tous ces éléments présentent de préférence une disposition parallèle au sens de la poussée SE, NW, et le développement du feldspath en petits grains semble être consécutif d'actions dynamiques puissantes. On remarquera ici d'autre part le développement de la biotite.

L'analyse chimique est la suivante:

SiO_2	= 49,40 %			80,752 %
TiO_2	= 1,23 %			MgO = 5,8 %
Al_2O_3	= 19,60 %			CaO = 8,48 %
Fe_2O_3	= 2,13 %			Na ₂ O = 0,68 %
FeO	= 8,34 %			K ₂ O = 3,09 %
MnO	= 0,052 %			H ₂ O = 0,80 %
	80,752 %			99,602 %

No 247. Prasinite mélancrate, Col de l'Allalin.

S. L. M. On observe une disposition parallèle très nette des minéraux constitutifs. Certaines couches sont formées presque exclusivement d'une actinote vert pâle en petits prismes avec tendance plus ou moins fibreuse; d'autres couches contiennent en majeure partie de l'épidote assez faiblement biréfringente associée avec un peu de zoisite. On trouve encore, tantôt avec l'épidote, tantôt avec l'amphibole un feldspath albite ($\text{Sng} + 20^\circ 2\%$ d'anorthite) disposée en grandes plages qui sont pénétrées par les minéraux ci-dessus. L'amphibole et l'épidote présentent des caractères normaux et ce dernier minéral est développé en petits grains trapus. Quant à l'amphibole on observe parfois sur des sections de plus grande dimension le trouble central et l'effritement périphérique consécutif des phénomènes d'ouralitisation. On trouve encore accessoirement un peu de clinochlore (allongement (—), signe optique (+), $\text{ng} - \text{np} = 0,005$), du leucoxène assez uniformément réparti.

No 248 bis. H. Prasinite porphyroblastique écrasée, provenant d'une roche porphyrique gabbroïque à deux temps, Col de l'Allalin en dessous du Horn. I, Fig. 4.

Roche de couleur bleu verdâtre finement grenue montrant sur les bords de la cassure une faible opalescence.

S. L. M. La roche montre des nodules largement cristallisées d'apparence de porphyroblastes dans lesquelles on peut distinguer de l'actinote-hornblende en sections trapues associées à de la muscovite et un peu de grenat. Plusieurs sections montrent nettement les caractères d'un pyroxène qui a probablement donné naissance aux minéraux ci-dessus. La masse formant le fond de la roche est crypto-cristalline. Elle se montre constituée par de nombreuses aiguilles petits prismes et grains d'actinote, de la chlorite (allongement (—), signe optique (+), $\text{ng} - \text{np} = 0,003$) et de la β zoisite en nombreux petits prismes à fort relief et biréfringence 0,006. A ces minéraux se trouve associé du feldspath du type albitique: $\text{Snp} = -12^\circ$ d'où 6 % d'anorthite).

L'analyse chimique est la suivante:

SiO_2	= 53,32 %	78,198 %
TiO_2	= 0,034 %	MgO = 7,10 %
Al_2O_3	= 22,26 %	CaO = 11,13 %
Fe_2O_3	= 0,90 %	Na ₂ O = 0,23 %
FeO	= 1,66 %	K ₂ O = 2,06 %
MnO	= 0,024 %	H ₂ O = 1,16 %
	78,198 %	Total = 99,878 %

No 254. *Prasinité mélanoocrate*, Feekopf.

S. L. M. La roche se montre constituée principalement par de l'amphibole à caractères particulièrement variables associée à de la chlorite et de l'épidote. On trouve de même un peu de feldspath. L'amphibole présente deux variétés principales avec du reste tous les termes intermédiaires. D'une part on a une actinote en cristaux assez mal formés pressés les uns contre les autres, plutôt trapus et réunis en amas. La coloration est variable, le centre étant fréquemment incolore et la périphérie bleu vert plus ou moins pâle. L'autre variété tendrait vers le type glaucophane. Les cristaux sont plutôt aciculaires, la coloration est intense et le polychroisme se fait comme suit: ng bleu verdâtre, nm vert, np incolore à verdâtre pâle.

L'enrichissement local en fer produit une augmentation de la coloration avec facules brunâtres. Cette amphibole est plus faiblement biréfringente que la précédente et l'angle d'extinction est d'environ 12° . Cette variété pourrait être assimilée aux amphiboles sodiques et périphériques du groupe de la sorétite.

L'épidote présente les caractères habituels. Elle est développée en gros grains trapus.

La chlorite se présente comme pennine (allongement (+), signe optique (-), couleur vert pâle, dispersion assez forte, ng — np environ 0,001) et comme delessite (allongement (+), signe optique (-), ng — np = 0,011 à 0,012). Cette dernière variété dans les régions plus riches en fer.

Ces deux chlorites sont développées d'une part en amas fibro-lamellaires, d'autre part en amas sphérolitiques. Le feldspath peu abondant est réparti d'une façon irrégulière en grains pénétrés par tous les autres minéraux. (Il semble localisé dans les zones riches en epidote.) C'est un terme albitique Sng + 20° 2 % d'anorthite. Comme minéraux accessoires on trouve du sphène abondant associé à de l'ilménite et de l'oligiste ainsi que de la pyrite.

No 258. H. Prasinite mélanocrate grenatifère (terme de passage aux gneiss et aux amphibolites). Wandgletscher. Roche verte très grenatifère à schistosité accusée.

S. L. M. La roche montre une structure schisteuse très accentuée qui est soulignée par la disposition parallèle des prismes d'amphibole. Ce minéral très abondant est de couleur vert pâle faiblement polychroïque et développé en cristaux mal formés fortement allongés et en esquilles (extinction de $ng \approx 15^\circ$, $ng - np = 0,020$). A côté de l'amphibole on trouve de l'épidote souvent légèrement zonée et de la zoisite. La chlorite (allongement (—), signe optique (+), $ng - np = 0,003$) est beaucoup moins abondante que les minéraux ci-dessus. Elle se trouve développée ça et là dans la roche ou réunie en amas autour de gros cristaux de grenat et formant parfois à elle seule de gros amas arrondis provenant très probablement de grenat primaire. On observe encore un peu de muscovite, un peu de quartz de préférence dans le grenat ou au voisinage immédiat du feldspath albitique en faibles quantités ($Sng + 18^\circ$). Accessoirement on trouve le leucoxène, la pyrite et des trainées de limonite.

No 241. Epidotite à grenat, Kessjengletscher. S. L. M. La roche montre un minéral isotrope teinte jaune rosé est vraisemblablement du grenat. Puis on remarque quelques grandes sections d'amphibole incolore et de nombreux grains d'épidote souvent zonés, ainsi que du pyroxène ($E = 40^\circ$). Comme minéral intersticiel largement répandu on trouve de la chlorite (allongement (—), signe optique (+), ng incolore np verdâtre pâle). Cette chlorite se rencontre soit en grandes lamelles, soit en amas fibro-lamellaires, moultant les grains d'épidote et de grenat. On trouve encore accessoirement un peu de calcite.

No 244. Pyroxénolite amphibolique à lawsonite et épidoite. Après la Britannia à 3150 m Hohlaubgletscher. L'emplacement tectonique de l'échantillon se définit: Sommet du capuchon renversé; synclinal pincé extrêmement profond de 'Allalin. La roche holocristalline grenue est de couleur vert bleuté.

S. L. M. On observe de grandes plages de pyroxène incolore fortement troublé par des produits secondaires qu'il est souvent possible d'identifier avec une amphibole d'ouralisation. Certaines sections montrent très nettement la pénétration

de l'amphibole qui se forme parallèlement aux clivages et qui tend à se substituer grain à grain au pyroxène primaire. Cette ouralitisation est accompagnée d'un obscurcissement de grains de pyroxène. L'amphibole se montre en sections trapues avec parfois une tendance au développement prismatique. Elle est incolore.

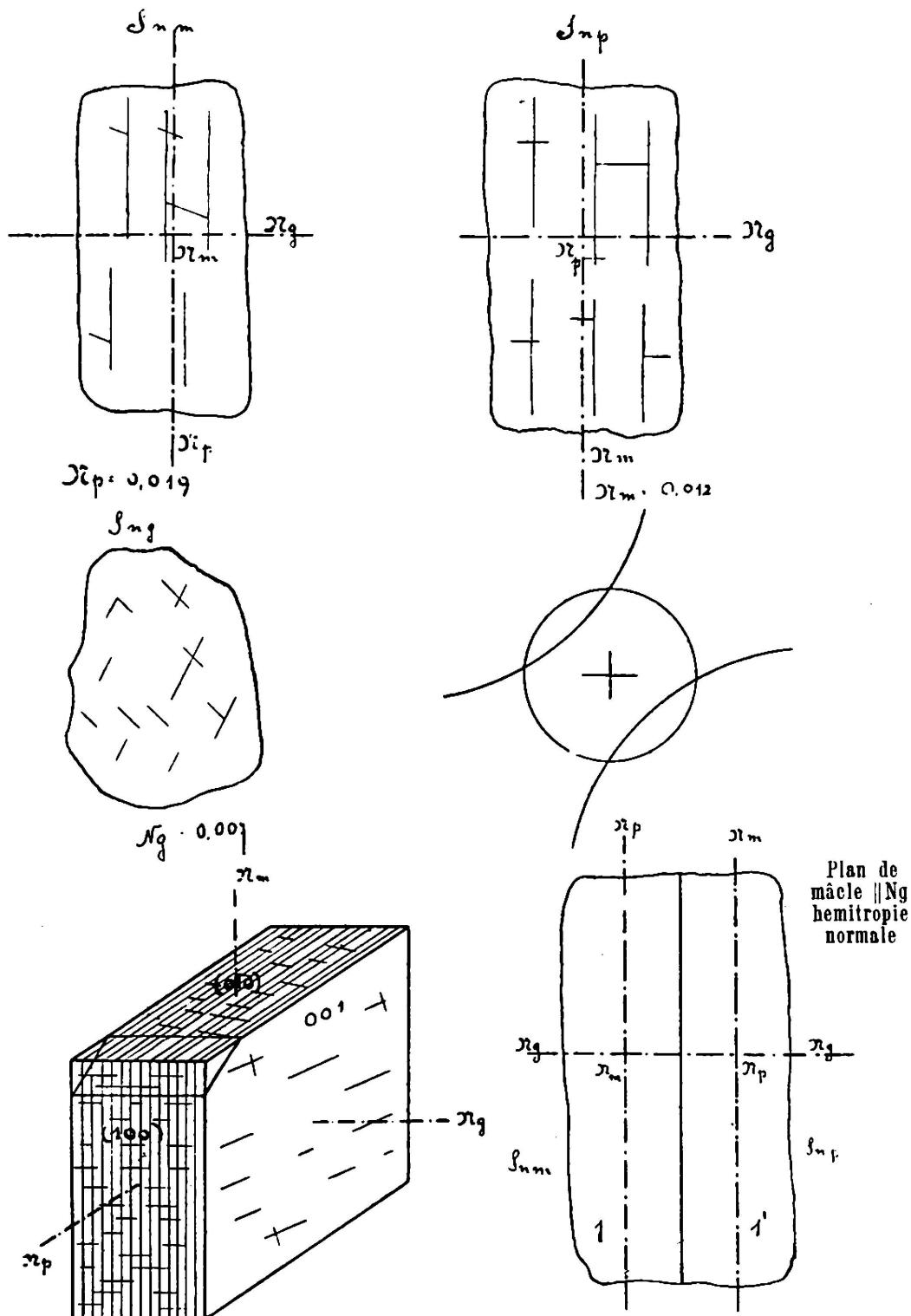
On observe d'autre part de la muscovite plus ou moins tordue à caractères normaux. Du clinochlore (allongement (—), signe optique (+), $2V$ faible, $E = 0$ à 6° , $ng - np = 0,009$). Ce clinochlore se présente en petits amas fibro-lamellaires plus ou moins tordus par les actions dynamiques. Il présente des mâcles typiques. La β -zoisite faiblement dispersive est également présente associée à une epidote faiblement biréfringente, que l'on peut donc identifier avec la clinozoisite. Cette epidote se distingue par son relief élevé et la position transversale du plan des axes optiques. On rencontre encore un minéral à relief accentué de signe optique positif avec $2V$ moyen et allongement (—), et mâcles d'individus larges. Ce minéral dont l'apparence doit être celle d'un pyroxène peut être identifié avec la Lawsonite décrite au No 245. La préparation montre de gros amas crypto-cristallins dans lesquels on peut reconnaître la chlorite, la lawsonite et des esquilles d'amphibole.

R e m a r q u e. Vu la présence de la lawsonite élément dérivant d'un feldspath primaire, il semble raisonnable de considérer cette roche comme le produit d'une roche gabbroïque dont la décomposition s'est faite dans des conditions telles que l'albitisation. La présence probable d'antigorite dans les amas crypto-cristallins tendrait à autoriser la supposition de l'existence d'olivine dans la roche primaire, qui ainsi comme Gabbro à olivine se rattacherait nettement aux roches de la région.

No 245. Chloritoschiste à lawsonite, près du Col de l'Allalin. II, Fig. 5.

S. L. M. La roche montre quelques grands cristaux d'épidote avec allongement très marqué et zones d'accroissement très caractéristiques. La biréfringence varie de 0,027 à 0,038. Ces cristaux sont noyés dans une masse constituée par des grains arrondis de chlorite moulés par de la lawsonite. Cette chlorite montre un allongement (—), signe optique (+) et une biréfringence de 0,003. Ces grains sont formés soit d'un seul cristal à allure hexagonale (obscur entre les nicols croisés), ou bien ils sont formés de fibres groupées,

Sections de lawsonite observées dans la coupe No 245.



soit parallèlement, soit en sphérolites. Le centre de ces sphérolites est souvent occupé par un cristal de lawsonite. Ce dernier minéral présente les caractères suivants: $ng - np = 0,019$, $nm - np = 0,007$, $ng - nm = 0,012$, — $\text{tg. V.} = 712$ d'où — $2V = 74^\circ 46' 40''$.

Le relief est assez élevé analogue à celui des pyroxènes et l'allongement est (—) avec un clivage bien marqué parallèle à cet allongement. On observe également des mâcles dont le plan de jonction est parallèle à ng ; mâcles généralement non répétés entre individus plutôt trapus. Ces caractères sont ceux de la lawsonite et les clivages observés correspondent à (001) ainsi qu'à (010) et (100), ces deux derniers clivages étant beaucoup moins accentués que le premier. Ce minéral présente donc ici un habitus tabulaire selon (001). Il est à remarquer que la présence de la lawsonite permet de diagnostiquer un plagioclase primaire dont la décomposition a produit d'une façon analogue au No 244 de préférence ce minéral au lieu de l'épidote.

No 261. Gneiss epidotique laminé, Descente Täschalp. Nous nous trouvons sur le flanc normal de la nappe du Gd. St. Bernard, qui est renversée et laminée localement par le grand plis en retour du Mischabel. Au point de vue stratigraphique nous avons affaire à la série dite du Combin.

S. L. M. La roche se montre formée par de nombreuses et grandes sections de β zoisite soulignant la schistosité. A cette zoisite est associée de l'actinote vert pâle de beaucoup moins abondante, en cristaux mal formés et en esquilles de très petite dimension criblant le feldspath et le quartz qui remplissent les intervalles entre les cristaux et les strates de zoisite. Accessoirement on trouve de la muscovite et de la chlorite (allongement (—), signe optique (+), $ng - np = 0,005$). Le feldspath plus abondant que le quartz est développé en grandes sections assez souvent mâclées et parfois zonées. Les clivages y sont très nets. Sur une face g^1 zonée on a observé pour le noyau une extinction de $+21^\circ$ et pour la bordure $+15^\circ$, ce qui donne 0 % et 9 % d'anorthite.

No 237. Chloritoschiste, Rotengrat Täschalpen.

S. L. M. L'actinote très fraîche est moulée par la chorite. Magnétite quelques sections plus ou moins limonitisées. Limonite en grains montre des épigénies en leucoxène.

Structure : Lépidoblastique.

No 265. H. Actinolite, Rotengrat Täschalpen. II, Fig. 6. La roche verte à éclat soyeux est composée par un assemblage de fines aiguilles orientées dans le même sens; elle s'effrite au toucher.

S. L. M. Une amphibole très fraîche et étirée en longues aiguilles constitue entièrement la roche. Ses caractères optiques sont (allongement (+), signe optique (-), 2V moyen, $E = 15^\circ$, $n = 1,6$, $ng - np = 0,028$). Le polychroisme est à peine perceptible. Elle est incolore à bleu vert très pâle.

No 240. Serpentine, Sommet de l'Allalinhorn. S. L. M. La roche est formée par un mélange intime d'antigorite et de bastite. Les caractères des deux minéraux sont normaux. La magnétite, l'oligiste et la limonite pigmentent toute la roche. Les trois éléments largement représentés sont orientés parallèlement à la schistosité. Autour des sections de magnétite on observe une augmentation de la biréfringence et une coloration de l'antigorite soit un passage à l'antigorite ferrugineuse précédemment décrite.

L'analyse chimique est la suivante:

SiO_2	= 38,12 %		49,378 %
TiO_2	= 0,057 %	Mg O	= 39,25 %
Al_2O_3	= 3,47 %	Ca O	= 0,081 %
Fe_2O_3	= 1,71 %	Na ₂ O	= 0,035 %
Fe O	= 5,97 %	K ₂ O	= 0,14 %
Mn O	= 0,051 %	H ₂ O	= 11,24 %
	49,379 %	Total	= 100,124 %

No 239. Serpentine ferrugineuse, Kessjengletscher Egginnerjoch.

S. L. M. L'antigorite à caractères optiques normaux forme une masse finement fibreuse. L'orientation dominante des éléments est parallèle à la schistosité de la roche. De grandes stries noires sur le Handstück se montrent sous le microscope comme sections de magnétite à grandes dimensions craclées et d'orientation parallèle. Quelques grains rouges opaques sous les nicols sont diagnostiqués comme oligiste.

No 256. H. Serpentine chloriteuse, Feekopf, 3912 m nord-ouest de l'Allalinhorn. Roche verte schisteuse.

S. L. M. La roche est principalement formée par la bastite à laquelle sont mélangés des fibres de crysotile, ainsi qu'un peu de chlorite fortement dispersive et de très faible biréfringence (allongement (-), signe optique (+), $ng - np = 0,001$).

Talc. Le minéral très accessoir forme une espèce de mouchetage dans la coupe, traces de magnétite et d'oligiste.

L'analyse chimique est la suivante:

Si O ₂	= 39,00 %	57,272 ‰
Ti O ₂	= 0,046 %	30,92 %
Al ₂ O ₃	= 11,02 %	0,046 %
Fe ₂ O ₃	= 1,67 %	0,023 %
Fe O	= 5,49 %	0,074 %
Mn O	= 0,46 %	H ₂ O = 11,64 %
	<hr/> 57,272 %	Total = 99,975 %

IV. Région de Zermatt.

Nous avons étudié pour cette région les roches qui depuis Zermatt se rencontrent en suivant la ligne du Gornergrat et l'arête d'une part, puis d'autre part la région située à l'ouest de Zermatt, soit la région du Lac Noir, des Leichenbretter et, du Théodulpass et la zone du Trift.

1. Zone du Gornergrat.

Géologiquement, cette zone est caractérisée par l'apparition réitérée — soit par répétition tectonique (plissements), soit par récurrence pétrographique — de roches prasiniques de type varié. La zone est fortement écrasée conformément à l'allure générale en écailles et en lames de la région.

Au point de vue pétrographique, nous retrouvons les prasinites bien développées formant des récurrences innombrables de manière analogue à celle que nous avons du reste déjà décrite dans le chapitre précédent. Quant aux roches de cette famille, on trouve encore des intercalations de serpentines souvent fortement écrasées et des chloritoschistes, ainsi que des cipolins plus ou moins riches en quartz. D'autre part on rencontre des quartzites micacées et des gneiss fortement laminés et écrasés et même des quartzites presque pures. Un terme particulièrement intéressant correspond à une roche à tendance dioritique telle que nous l'avons prévue précédemment. Les conclusions auxquelles nous sommes arrivés dans l'étude des prasinites jointes à la complexité tectonique de cette région ne permettent guère de distinguer pétrographiquement les diverses formations. Nous pouvons seulement dire que nous avons ici nos roches gabbroïques transformées en

prasinites, puis nos roches périclithiques en serpentines souvent très schisteuses (actions dynamiques puissantes).

Les roches gneissiques pouvant passer aux micaschistes ou même aux quartzites et finalement des roches éminemment métamorphiques (calcaires) correspondant à la couverture de la nappe IV fortement transformée. Nous remarquons d'autre part dans la région (km 7 depuis la station de Zermatt au point 2700 m flanc normal de la nappe du Mont Rose) la trace d'actions fuméroliennes correspondant à des actions éruptives (actions fuméroliennes visibles grâce à la présence de la tourmaline).

Monographie des types étudiés du Gornergrat.

R e m a r q u e. Afin de se mieux rendre compte de la succession des différentes roches, nous décrivons celles-ci selon l'ordre dans lequel on les rencontre sur le terrain en suivant la ligne depuis l'arête du Gornergrat.

No 12. H . Prasinite, Gornergrat.

S. L. M. La roche est constituée en majeure partie par l'épidote $ng - np = 0,030$, $ng - nm = 0,013$, $nm - np = 0,023$, ng a 3 à 5° de h^1 dans l'angle ph^1 aigu. Cette epidote est associée à des prismes d'amphibole vert clair de poly-chroisme habituel dans les tons verts, $ng - np = 0,002$, $ng - nm = 0,009$, $nm - np = 0,013$, ng est à 17° de l'arrête prismatique. Comme éléments intersticiels on trouve du quartz et du feldspath peu mâclé qui se présente d'une part en sections trapues vaguement idiomorphes, d'autre part en plages irrégulières de caractère différent. Les sections trapues donnent $Snp + 20^\circ$ d'où 37 % d'anorthite. $Sng - 5^\circ$ 35 % type andésine. Les plages parfois à extinctions irrégulières donnent pour Sng approximatif $+ 10^\circ$ 15 % d'anorthite. On a donc ici une roche en voie d'albitisation. Sphène abondant.

L'analyse chimique est la suivante:

SiO_2	= 46,68 %			76,523 %
TiO_2	= 0,36 %			Mg O = 7,03 %
Al_2O_3	= 24,52 %			Ca O = 12,61 %
Fe_2O_3	= 2,14 %			Na ₂ O = 0,25 %
Fe O	= 2,78 %			K ₂ O = 2,36 %
MnO	= 9,043 %			H ₂ O = 0,80 %
			Total = 99,573 %	
	76,523 %			

No 11. H. Gneiss grenatifère, Arête du Gornergrat (direction Hohtäli). La roche grèsoschisteuse de

couleur vert sale rude au toucher nous permet de distinguer à la loupe le grenat, almandin. Les paillettes de muscovite, quelques grains de magnétite et un peu de quartz libre.

S. L. M. La roche se montre formée par une grande quantité de grenat almandin rose chair avec épigénies partielles en chlorite et sericite. Ces grains idiomorphes sont noyés dans une masse constituée en majeure partie par du feldspath non mâclé accompagné de quartz avec inclusions charbonneuses. Le feldspath peut être identifié à l'aide des clivages p et g^1 et des cassures h^1 . Une section Snp montre par rapport au clivage p un angle d'extinction de 78° ; correspondant ainsi à 2 % ou 26 % d'anorthite; une face g^1 donne un angle d'extinction de $+ 18^\circ$ d'où 5 % d'anorthite; il s'agit donc d'une albite évidemment secondaire vu d'autre part le développement de l'épidote. Ce dernier minéral se montre en grains et en prismes plutôt courts avec $ng - np = 0,032$, $ng - nm = 0,011$, $nm - np = 0,021$, ng est à 3° de h^1 dans l'angle aigu ph^1 de 115° .

Le polychroisme est insensible et la dispersion se fait avec ρ plus grand que ν . On trouve ensuite de la hornblende peu biréfringente avec $ng - np = 0,020$ et ng à 15° de l'arrête prismatique. Le polychroisme se fait avec ng bleu vert assez foncé, nm vert d'herbe, np vert pâle. On trouve encore de la muscovite, probablement sericitique avec $ng - np = 0,032$ accompagnée de biotite abondante $ng - np = 0,041$, ng vert brun foncé, np vert brun très pâle. Cette biotite est en partie transformée en chlorite d'allongement négatif de signe (+) np vert foncé ng vert. Biréfringence très faible. Variété ripidolite; à côté de la ripidolite on trouve un peu de delessite riche en fer. Comme élément accessoire on a de la magnétite et du sphène abondant.

Structure: Granoblastique.

Remarque. En considérant l'épidote et l'albite comme provenant de l'albitisation de plagioclase primaire, cette roche présenterait une parenté avec les roches éruptives dioritiques-tonalistiques.

L'analyse chimique est la suivante:

SiO_2	= 47,48 %	MgO	= 84,681 %
TiO_2	= 0,56 %	CaO	= 3,58 %
Al_2O_3	= 29,86 %	Na_2O	= 6,09 %
Fe_2O_3	= 2,51 %	K_2O	= 0,41 %
FeO	= 4,41 %	H_2O	= 2,84 %
MnO	= 0,061 %	Total	= 1,88 %
	84,681 %		99,481 %

No 10 C. Chloritoschiste, Arête Gornergrot, 3150 m.

S.L.M. La coupe est constituée par une association de pyroxène diopsidique et de chlorite.

Le pyroxène se trouve soit en grandes sections à allongement marqué, soit en petits grains irréguliers, en débris au milieu de la chlorite; débris soulignant la schistosité. Il présente quelques mâcles suivant h^1 . Les clivages (m) sont nets, les clivages g^1 fins, également les cassures p sont aussi présentes. Les cristaux sont fortement tordus, $ng - np = 0,028$, $ng - nm = 0,022$, $nm - np = 0,006$, ng est à 37° de l'axe prismatique.

La chlorite a un allongement (—) signe optique (+) $ng - np = 0,002$ à 3. ng est incolore, np verdâtre pâle. $2V$ 10 à 20° . Cette chlorite assez fortement dispersive présente des groupements parallèles avec le clinochlore beaucoup moins abondant avec allongement (—) et $ng - np = 0,006$ à 7. Comme minéraux accessoires on trouve du grenat avec anomalies optiques nettes, de la magnétite et un minéral jaune polychroïque à mâcles polysynthétiques dont les caractères ci-dessous permettent de diagnostiquer un terme nouveau de la famille des titanés-olivines $ng - np = 0,026$, $ng - nm = 0,023$, $nm - np = 0,003$, $2V$ observé + 36° .

La dispersion est assez forte avec ρ plus grand que ν ; et le polychroïsme se fait comme suit: ng jaune pâle, nm jaune verdâtre pâle, np brun oranger assez foncé. Les mâcles polysynthétiques, par hemitropie normale se font sur une face appartenant à une zone principale (prismes ou dômes).

No 9. H. Serpentineschisteuse, Gornergrot (arête). L'antigorite en lambeaux d'une petitesse extrême constitue la roche. Allongement (—), signe optique (—), $E = 0$, $ng - np = 0,008$.

La magnétite forme une espèce de mouchetage pigmentant toute la coupe. Elle est également répartie comme dans le cas précédent. Les trainées riches en magnétite contiennent également des quantités assez notables de calcite, ainsi que quelques sections d'amphibole incolore. Ces trainées rappellent par leur composition minéralogique les Cipolins de la région.

No 8 A². Serpentineschisteuse, Gornergrot (arête. (Voir 8 A.)

S.L.M. La serpentine, variété antigorite. Allongement (—), signe optique (—), $E = 0$, constitue toute la coupe. L'élément ferrugineux (magnétite et limonite) se trouve réparti en

trainées au voisinage desquelles on constate une augmentation de la biréfringence ainsi que de la couleur de l'antigorite correspondant de la sorte à un passage graduel aux variétés ferrugineuses au xylotile.

No 8 A. H. Serpentineschisteuse, Gornergrot (arête). La roche vert olive extrêmement fraîche ne permet pas de distinguer les éléments à l'oeil nu. Par contre elle présente une schistosité bien visible.

S. L. M. La coupe est formée par deux éléments l'antigorite à structure fibreuse enchevêtrée. Allongement (+), $ng - np = 0,008$ et la bastite lamellaire. On trouve également de belles sections octaédriques de magnétite et des traces d'oligiste accompagné d'un peu de limonite.

Structure : compacte.

L'analyse chimique est la suivante :

SiO_2	= 38,92 %	MgO	= 50,001 %
TiO_2	= 0,045 %	CaO	= 38,32 %
Al_2O_3	= 3,88 %	Na_2O	= 0,046 %
Fe_2O_3	= 1,23 %	K_2O	= 0,056 %
FeO	= 5,89 %	H_2O	= 0,26 %
MnO	= 0,036 %		
	<hr/> 50,001 %	Total	= 100,043 %

No 7 A. H. Cipolin, Gornergrot (arête). La roche finement grenue rude au toucher d'aspect grèseux et couleur grise montre sur les cassures esquilleuses des paillettes de mica blanc et des pointements de grains de calcite.

S. L. M. La calcite assez abondante porte les caractères suivants: $ng - np = 0,172$. Extinction droite, $2V = 0$. Sur certaines sections trois clivages rhomboédriques se recoupant sous un angle de 120° sont visibles.

La muscovite en sections assez nombreuses porte les caractères habituels.

Quartz aspect normal.

Accessoirement on trouve un peu de biotite (brun clair) quelques rares sections de tourmaline légèrement zonées de couleur vert pâle à brun vert, ainsi qu'un peu d'épidote et de la β zoisite et quelques cristaux de sphène.

Actinolite, Gornergrot (arête). 7. H. Roche vert bouteille compacte montrant une schistosité marquée.

S. L. M. Actinote en fibres et prismes groupés parallèlement et souvent tordus (mouvements orogéniques, diaclases incomplets) mâcles sur h^1 fréquentes. Signe optique (-).

Allongement (+) 2V grand. $E = 18^\circ$, $ng - np = 0,026$, $ng - np = 0,010$, $nm - np = 0,016$. Polychroisme dans les tons vert bleu comme précédemment. Calcite peu abondante; remplit les espaces intersticiels.

No 6². H. Cipolin, Gornergrott (arête). La roche se présente sous forme d'aggregat vert foncé à aspect gréseux. La calcite en gros grains et la hornblende sous forme de fines aiguilles sont visibles sur l'échantillon microscopique.

S. L. M. Calcite grandes plages à habitus normal.

Hornblende faiblement polychroïque, $E = 18^\circ$. Allongement (+). Signe optique (-), $ng - np = 0,024$, $ng - nm = 0,010$, $nm - np = 0,014$. Polychroisme faible avec ng vert bleu pâle, nm vert pâle et np incolore.

β -Zoisite caractères analogues à ceux de la coupe 5 et un peu de chlorite, signe optique (+), allongement (-), $ng - np = 0,003$. Il s'agit de la variété ripidolite. Sphène quelques sections mâclées de polychroisme appréciable; très accessoirement on trouve la magnetite et la limonite.

No 6. Gneiss la miné riche en quartz, Gornergrott (arête). H. Roche d'aspect blanc marquant une schistosité prononcée. L'étirement des éléments la composant se remarque déjà à l'oeil nu.

S. L. M. Le quartz abondant est accompagné de notables quantités de plagioclase souvent non mâclé ou sinon avec de larges lamelles de mâcles. Parfois les sections sont légèrement zonées. Une face g¹ présente une extinction de + 16°. 6 % An.

La muscovite est assez abondante $ng - np = 0,038$.

On rencontre encore des prismes allongés d'épidote.

Quelques grains de β zoisite de rares sections d'amphibole un peu de rutile et des traces de limonite. Accessoirement un peu de leucoxème.

No 5². H. Quartzite type, Gornergrott (arête). (Voir coupe 4.)

S. L. M. La roche dans sa presque totalité est formée par le quartz auquel se rajoute quelques rares sections de sericite. Le feldspath peu abondant est en voie d'albitisation complète. Une section g¹ donne en effet un éclairement commun de + 37°; noyau + 10° 15 % d'anorthite. Bordure + 20° 2 % d'anorthite.

Structure: Granoblastique.

No 5. H. Calcaire métamorphique, Gornergrott (arête). La roche compacte de couleur blanche fine-

ment grenue, et d'aspect saccaroïde laisse percevoir à l'oeil nu de beaux cristaux, effilés d'actinote.

S.L.M. On observe comme fond de la roche la calcite prédominante accompagnée de quartz à caractère habituel. On trouve de grands cristaux de β -zoisite montrant le clivage (010). Les extinctions droites avec des zones de biréfringence variable de $ng - np = 0,004$ à $0,006$; np étant normal sur $g^1 = (010)$. Cette β -zoisite est accompagnée de α -zoisite qui peut se distinguer par sa dispersion plus forte, de même un peu d'épidote commune.

L'amphibole se présente en grands prismes souvent mâcles selon h^1 , $ng - np = 0,027$, $ng - nm = 0,012$, $nm - np = 0,015$, ng est à 23° de l'axe prismatique. Polychroisme: ng vert bleu pâle, nm vert pâle, np presque incolore.

Le sphène en fuseaux est abondant. Quant au plagioclase on en trouve quelques sections présentant parfois de larges lamelles de mâcles suivant la loi de l'albite. Il s'agit de la variété albite: $Snp = 16^\circ$ 2 % An.

Structure: Granoblastique.

No 4 A. H. Gneiss laminé et écrasé, Gornergrott (arête). (Voir coupe 4.)

S.L.M. La roche est constituée en majeure partie par une association à quantités à peu près équivalentes de quartz et d'albite.

Albite $E = +21^\circ$ 0 % d'anorthite.

On rencontre également de la Muscovite, $ng - np = 0,36$, $2V = 30^\circ$ en groupements parallèles fréquents avec la biotite verte brunâtre $ng - np = 0,040$, ng vert foncé, np jaune verdâtre pâle. Cette biotite est souvent en partie ou complètement transformée en chlorite vert d'herbe pâle dispersive et légèrement polychroïque. Signe optique (+), allongement (-), $2V$ faible; ng vert pâle presque incolore; np vert très pâle; np plus faiblement coloré que ng . (Variété ripodolite.) On trouve encore un peu d'apatite et du leucoxème ainsi que quelques grains d'épidote.

L'oligiste et la magnetite sont très accessoires.

Structure: Granoblastique.

No 4. H. Quartzite micacée grenatifère, Gornergrott (arête). Roche gris verdâtre à aspect gréseux légèrement schisteuse. Comme élément macroscopique nous distinguons le quartz. (Grains blancs à éclat gras.) La muscovite est de beaux grenats rouges. (Dodecaèdres rhomboïdaux.)

S. L. M. Grenats, variété Almandin, Dodecaèdres rhomboïdaux craclés et corrodés. Les alvéoles sont remplies par le quartz. Il épigénise sur les bords en sericite, chlorite et calcite.

Rutile quelques grains $n = 2,6$, $ng - np = 0,28$.

La magnetite partiellement limonitisée se trouve en belles sections dont les bords et espaces intersticiels sont remplis par de la calcite. Le quartz largement répandu est lardé par des inclusions charbonneuses. On rencontre encore un peu d'épidote et de zoisite ainsi que de la calcite se présentant soit en plages, soit en couronnes autour du grenat. Il existe aussi un peu de feldspath non déterminable probablement albite et quelques amas de delessite fortement colorés.

Structure : Granoblastique.

No 3^e. H. Calcaire amphibolique, Gornergrott (arête). Roche rude au toucher d'aspect vert sombre avec des pointements de petits cristaux de calcite. Habitus grésoschisteux très marqué.

S. L. M. La roche est uniquement constituée par de la calcite accompagnée d'actinote et de quelques grains d'épidote. L'actinote a les caractères suivants: $ng - np = 0,024$, $ng - nm = 0,010$, $nm - np = 0,014$; $\text{tg } V = \sqrt{\frac{10}{14}} = 44^\circ$ d'où $2V = 88^\circ$.

ng fait un angle de 15° avec l'axe prismatique et le polychroisme faible est: ng vert pâle légèrement bleuté, nm vert pâle, np incolore.

Structure : Granoblastique.

No 3. H. Gneiss, Gornergrott (arête) (identique 2 E).

S. L. M. Cette roche constituerait une variété feldspathique des types précédents. L'albite y présente les mêmes caractères mais elle est rarement mâclée. On peut observer le clivage p et les cassures h.

Le quartz qui est cependant abondant montre plus nettement l'effet des actions dynamiques qui transforment les plages initiales en mosaïque de petits grains irréguliers. Les inclusions opaques sont répandues dans le feldspath comme dans le quartz. Les autres éléments sont analogues à ceux du type précédent et le sphène se rencontre en petits cristaux bien formés.

No 2 E. H. Quartzite micacée, Gornergrott (arête). (Voir coupe 2.)

S. L. M. Albite Section S ng E = + 19° et quelques mâcles polysynthétiques suivant les lois de l'Albite et Karlsbad. Quartz en grains irréguliers à extinction onduleuse porte les mêmes caractères que la coupe précédente. Muscovite quelques sections. La coupe contient encore un peu d'apatite et de délessite en amas et masses centroradiées en sphérolitiques et du leucoxène.

Structure : Granoblastique.

No 2. H. Schiste calcaire, Gornergrott (arête). II, Fig. 7. Ces schistes sont gris jaunâtre d'aspect quartzeux de couleur claire avec un éclat micacé sur les plans de décollement. Seulement le quartz et le micablanc se distinguent à l'oeil nu.

S. L. M. Calcite grandes plages et grains. Sections Uniaxes négatives $2V = 0$ clivages rhomboédriques nets, biréfringence élevée $ng - np = 0,17$.

Les sections de quartz n'ont pas de contours bien limités, elles sont arrondies et montrent les extinctions onduleuses. Dans cette roche le quartz joue le rôle d'un minéral intersticiel.

Muscovite $ng - np = 0,040$ $2V = 40^\circ$.

La chlorite se rencontre en quelques grandes plages de couleur vert pâle avec le polychroisme habituel. Accessoirement on trouve quelques grains de zoisite et de tourmaline brun vert dont l'angle $2V$ est de 10° environ, ainsi qu'un peu de calcite de sphène et d'apatite.

No 1 B. H. Quartzite sericitique, Gornergrott (arête). Roche de couleur gris clair à blanc sale. Habitus du schiste cristallin. On distingue les pointements du quartz et de la sericite qui abondent. Faibles caractères d'écrasement.

S. L. M. L'albite en grandes plages pétrie par des inclusions sericitiques. Section Sng E = 20° 2 % d'anorthite. Les mâcles sont peu nombreuses.

Quartz élément prédominant, extinction onduleuse.

Sericite extinction roulante, caractères normaux $ng - np = 0,038$; $2V$ environ 40° .

Structure : Granoblastique.

No 1. H. Serpentine avec schistosité de pression. II, Fig. 8.

Roche de couleur vert olive passant à des nuances plus claires. Les éléments constitutifs ne sont pas distinguables à l'oeil nu. L'aspect schisteux est provoqué par un assez fort

écrasement. Des traces d'altération à l'extérieur et intérieur sont dues aux eaux de circulation, qui peuvent pénétrer grâce aux diaclases et à la schistosité prononcée de la roche.

S. L. M. On observe des cristaux à apparence rhombique transformés en grande plage de bastite, laquelle est plus ou moins mélangée à de la magnétite, calcite, et délessite. Il s'agit selon toute probabilité d'une pseudomorphose d'amphibole ou de pyroxème en bastite. Dans la roche on trouve encore accompagnant les fibres et lamelles d'antigorite de petites quantités de chlorites qui peut être reconnue par sa dispersion et sa plus faible biréfringence comme chlorite-pennine.

Quelques rares sections de feldspath non diagnostiquables. Trainées de magnétite limonite quelques sections d'oligiste.

No 214. Serpentinite, Ligne du Gornergrott (haut).

S. L. M. La roche est dans sa presque totalité formée par l'antigorite. Par place on constate une tendance au développement de la bastite. L'antigorite est disposée en structure fibro-lamellaire parallèle plus ou moins enchevêtrée. La magnétite répartie par trainées parallèles aux plans de schistosité nous montre de fréquentes épigénies en limonite.

No 207 C. H. Prasinite mélano-crête, Ligne du Gornergrott. Roche verte très finement grenue.

S. L. M. La roche est constituée par de l'épidote et de l'actinote prépondérante accompagnée d'un peu de chlorite à allongement (—). Ces minéraux étant moulés par de grandes plages de feldspath, minéral abondant, criblé également par les précédents. Accessoirement on trouve un peu de zoisite, du sphène assez abondant, de la calcite intersticielle dans quelques régions de la préparation et quelques grains irréguliers d'oligiste, pyrite et magnétite.

L'épidote se présente en gros grains en zones irrégulièrement disposées de caractères normaux ($ng - np = 0,025$ à $0,035$). L'actinote s'identifie facilement par son polychroisme plutôt faible et par ses clivages prismatiques. Elle se présente soit en sections trapues, en amas, ou en esquilles criblant le feldspath. Le polychroisme est celui habituel dans les tons bleu vert, ng s'éteint à 18° de l'arrête prismatique et $ng - np = 0,026$.

La zoisite peu abondante peut être identifiée par son angle $2V$ positif d'environ $+ 10^\circ$ et $ng - np = 0,006$. Le feldspath est le terme commun d'albitisation. Les grains sont générale-

ment non mâclés et la section Sng présente une extinction de + 20° d'où 2 % d'anorthite. La chlorite montre un allongement (—), signe optique (+), 2V environ 10° ng — np = 0,003; variété ripidolite.

S t r u c t u r e : Granoblastique à tendance ophitique.

No 207 B. H. Actinolite ou chloritoschiste à actinote, Ligne du Gornergrot. Roche verte très schisteuse, présentant un éclat soyeux à métallique sur les plans de décollement.

S. L. M. L'actinote développée en prismes allongés montrant nettement sur les sections transversales de formes rhombiques les clivages (m) sous un angle de 124°. Les cristaux d'actinote et de sphène sont noyés dans une masse fibro-lamellaire constituée par du clinochlore de caractères suivants (allongement (—), signe optique (+), ng — np = 0,006, l'extinction variant de 0 à 6°. Mâcles répétées sur p (001) l'angle 2V environ 15°. On trouve encore quelques grains d'épidote et de staurotide donnant pour nm — np approximatif 0,003 à 0,004, et le clivage (010).

No 192. H. Calcaire métamorphique, Ligne du Gornergrot. Grès gris à surface rugueuse.

S. L. M. Le fond de la coupe est formé par de la calcite à caractères normaux.

La β -zoisite peu dispersive souvent zonée est parfois mâclée (signe optique (+) 2V environ 10°) est abondante. Elle est accompagnée d'un peu d' α -zoisite identifiable par sa dispersion. Accessoirement semble-t-il on trouve à côté du quartz un peu de feldspath non mâclé et sans clivages ni cassures, qui n'est identifiable que par son caractère biaxe, et d'autre part par le fait que ses indices sont inférieurs à np du quartz permettent d'identifier l'albite.

Le sphène est abondant.

No 171. H. Serpentine, Ligne du Gornergrot. Roche vert sombre compacte.

S. L. M. L'antigorite est de-nouveau l'élément prédominant dans la roche et porte les caractères optiques suivants: (biaxe (+), allongement (+), 2V grand E = 0°, ng — np = 0,011 à 0,012.

La bastite (biaxe (—), allongement (—), 2V environ 90 ng — np = 0,012), se groupe de préférence autour des débris de magnétite. On observe d'autre part une large section d'apparence quadrangulaire et montrant nettement un clivage serré avec formation de la serpentine parallèlement à ce der-

nier. Cette apparence qui permet de conclure à la probabilité d'un pyroxène, voisin de l'enstatite. On rencontre encore un peu de calcite et enfin on observe le développement local d'antigorite périphère dont la biréfringence peut atteindre même 0,015.

L'olivine se trouve en très petits relictés dans la coupe.

No 169. H. Serpentine, Ligne du Gornerg r a t. Roche de grande dureté de couleur vert foncé et à cassure bréchoïde.

S. L. M. La roche est entièrement composée par l'antigorite, qui se présente en masse fibro-lamellaires avec tendances fréquentes au développement de bastite. Certaines zones plus riches en fer montrent une augmentation de la biréfringence de l'antigorite (antigorite phérophère).

No 166. Serpentine franche, Ligne du Gornerg r a t.

S. L. M. La roche dans sa totalité est formée par l'antigorite. Elle a sa structure habituelle (allongement (+), clivages faibles et parallèles à (100). La magnétite est distribuée irrégulièrement sous forme de petites mouches dans toute la coupe.

No 163. H. Cipolin, Ligne du Gornerg r a t. Roche grèsoschisteuse d'aspect gris noirâtre. Pointements de cristaux de calcite.

S. L. M. Calcite uniaxe (—), $2V = 0^\circ$, $ng - np = 0,16$ à 17 clivages rhomboédriques parfaits.

Mica-blanc avec mâcles répétées sur p et $ng - np = 0,038$. Quartz.

On rencontre également un peu d'actinote légèrement verdâtre, quelques grains de β -zoisite, du sphène abondant souvent mâclé et de petits prismes hexagonaux de tourmaline brun verdâtre avec le polychroisme habituel de même très peu de biotite et quelques grains de pyrite mélangés à la magnétite.

No 158 B. Prasinite, Ligne du Gornerg r a t. S. L. M. La roche est constituée principalement par de l'amphibole de couleur verte plutôt-pâle en petites sections montrant nettement les clivages (m) sous un angle de 124° , et en grains, rarement en prismes. L'élément principal après l'amphibole est le feldspath qui se présente en grandes plages remplies de nombreuses inclusions, notamment de l'amphibole ci-dessus, d'épidote abondante, ainsi que de chlorite. Ce dernier

minéral est cependant le plus souvent réuni en amas. On trouve encore de la muscovite, à caractères habituels, abondante par places; de l' α zoisite moins abondante ici que l'épidote et passablement de leucoxène, ainsi que du sphène fréquemment mâclé. Accessoirement on observe quelques gros grains de grenat et un peu de pyrite. L'amphibole montre un angle d'extinction de 17° et une biréfringence de 0,025. Le polychroisme se fait avec ng vert bleuâtre, nm vert pâle et np vert très pâle presque incolore.

L'épidote présente les caractères habituels et de plus quelques mâcles suivant p.

La chlorite montre un allongement (—), signe optique (+), $ng - np = 0,003$. Léger polychroisme dans les tons vert pâle (variété ripidolite).

Le feldspath montre sur Sng une extinction de + 20° 2 % An.

No 157. Prasinite schisteuse riche en zoisite, Ligne du Gornergrott.

S. L. M. La roche est constituée par des alternances de couches plus ou moins riches; les unes en amphibole vert pâle de caractères précédemment décrits, les autres formées principalement par l'épidote variété β -zoisite à de la zoisite plus dispersive (α -zoisite). Ces minéraux ayant les caractères décrits ci-dessus. D'autres couches finalement sont très riches en ripidolite. Quant au feldspath on le trouve associé principalement à l'amphibole et à l'épidote, et ses caractères sont également les mêmes que ceux précédemment donnés. Le sphène est abondant, et comme dans le No 158 B on trouve quelques gros grains de grenats. On observe encore un peu de muscovite et d'épidote ainsi qu'un peu de quartz. Cette roche de caractères très analogues aux précédents est caractérisée par la schistosité beaucoup plus accusée, qui est nettement visible, par la disposition des lamelles de chlorite d'une part et de la zoisite d'autre part, qui est ici tout particulièrement développée en longs prismes souvent incurvés.

L'analyse chimique est la suivante:

SiO_2	=	50,52 %	.	87,377 %
TiO_2	=	1,36 -	MgO	= 9,96 -
Al_2O_3	=	17,30 -	CaO	= 6,16 -
Fe_2O_3	=	2,92 -	Na ₂ O	= 0,74 -
FeO	=	5,23 -	K ₂ O	= 3,15 -
MnO	=	0,047 -	H ₂ O	= 2,36 -
		87,377 %	Total	= 99,747 %

No 156. H. Prasinite d'origine gabbroïque, Ligne du Gornergrat. III, Fig. 9. Roche verte à allure schisteuse.

S. L. M. La roche est formée par de l'amphibole de mêmes caractères que dans le 153 et de couleur vert pâle. L'amphibole est cependant localisée dans une région seule de la coupe. Cette amphibole, de caractères tout à fait analogues aux 153 montre ici des résidus de pyroxène disposés dans la partie centrale des sections, pyroxène qui a donné naissance à l'amphibole par ouralitisation et développement de ce dernier minéral parallèlement aux clivages ce qui explique la disposition des dits résidus dans l'amphibole. Cette ouralitisation correspond à la formation d'un cristal d'amphibole au dépend d'un pyroxène par pseudomorphose proprement dite, ce qui explique, l'habitus nettement différent de l'amphibole dans ce cas, habitus qui est celui de l'augite des roches gabbroïques. Quant à la formation à partir des roches pyroxéniques primaires (série actinote-hornblende) ceci peut s'expliquer par l'action dynamique, éventuellement suivie d'une récristallisation, action dynamique dont nous voyons le sens de l'action dans la réduction en esquilles prismatiques des plages d'amphibole. Amphibole E à 17° , $ng - np = 0,025$.

Pyroxène E à 39° et biréfringence plus faible, $ng - np = 0,021$.

En d'autres régions la plus grande partie de la coupe montre de la β -zoisite abondante identique à celle décrite au No 153; puis en quantités variables est développé dans certaines régions en grandes sections du feldspath donnant sur la section Snp un angle d'extinction de — $12^\circ 7\%$ d'anorthite. Sng + $17^\circ 6\%$ An. On trouve d'autre part un peu de chlorite jaune verdâtre (variété ripidolite).

R e m a r q u e. Relation du pyroxène et de l'amphibole. L'amphibole présente fréquemment des caractères assez hétérogènes. Des sections prismatiques ayant une coloration plus marquée dans les tons vert bleutés. La présence d'une grande quantité de zoisite d'une part et du feldspath d'albitisation d'autre part nous montre ainsi les produits de la décomposition d'un plagioclase riche en anorthite.

No 153. Prasinite mélano-crête passant aux amphibolites à epidote, Ligne du Gornergrat. S. L. M. Cette roche est constituée par de l'amphibole abondante en plages irrégulières, plutôt trapues, pressées directe-

ment les unes contre les autres, rarement prismes allongés, ou associés à de grandes sections de feldspath, qui contiennent les sections d'amphibole ou de nombreuses esquilles de ce minéral. L'amphibole peut être remplacée localement par de la zoisite faiblement dispersive en amas de nombreux petits prismes. On trouve encore un peu de muscovite peu abondante accompagnée parfois de faibles quantités de biotite, puis du leucoxène abondant; quelques aiguilles de rutile, un peu de quartz et quelques plages de calcite. L'amphibole est très faiblement colorée ou presque incolore. (L'extinction se fait à 18° pour $ng - np = 0,023$.) Les caractères sont les mêmes qu'il s'agisse des grandes sections ou des esquilles qui en proviennent par action dynamique. Il s'agit d'une variété voisine de la hornblende. Des mâcles sur h^1 sont assez fréquentes.

La zoisite montre l'allongement de signes variables et les clivages p et cassures g¹. L'angle 2V est d'environ $+ 30^\circ$ $ng - np = 0,006$ et $nm - np$ inférieur à 0,001 avec plans des axes optiques transversaux par rapport à l'allongement.

La muscovite présente $ng - np = 0,037$ et 2V environ $- 30^\circ$. Biotite brune claire $ng - np = 0,040$ 2V environ $- 10^\circ$. Polychroisme habituel.

Le feldspath se rapporte à une variété d'albite. E sur Sng (+) $+ 17^\circ$ 6 % d'anorthite.

Un peu de calcite ainsi qu'un peu de quartz.

No 151. Cipolin laminé, Ligne du Gornerg r a t.

S. L. M. On observe l'association caractéristique de la calcite en gros grains, du quartz en petits grains polygonaux et irréguliers à extinction onduleuse et de la muscovite à caractères ordinaires soulignant la schistosité. On trouve aussi quelques grains d'épidote, ainsi qu'une strate riche en chlorite (allongement (—), signe optique (+), $ng - np = 0,003$, ripidolite).

Il semble que l'on ait par endroit de petites quantités de biotite accompagnant la muscovite. De cette biotite dériverait probablement la chlorite. On trouve aussi du sphène.

No 146. H. Prasinite, Ligne du Gornerg r a t. Roche vert sombre à schistosité prononcée.

S. L. M. L'actinote-hornblende est développée en larges sections prismatiques (E à 16° $ng - np = 0,022$). Le polychroisme se fait comme suit: ng vert bleuâtre, nm vert, np vert

jaune pâle. Chlorite vert assez foncé (allongement (+), signe optique (-), $ng - np = 0,001$ à $0,002$ polychroisme ng vert, np jaune verdâtre, variété pennine). La chlorite est associée à l'amphibole.

L'épidote est noyée dans des masses chloriteuses grains et prismes courts de biréfringence variable et parfois assez colorés et de polychroisme habituel.

La calcite est développée en grandes plages.

Le sphène est abondant.

Le feldspath se présente en grandes plages irrégulières contenant de nombreuses esquilles d'amphibole et de chlorite ainsi que de petits cristaux très bien formés d'épidote. Il s'agit de la variété albite, Sng approximatif angle d'extinction Snp à $+ 15^\circ$.

Un peu de quartz accompagne le feldspath; il est localisé dans une bande de la roche et s'y présente en mosaïques à grains extrêmement fins, montrant nettement la trace des actions dynamiques.

Belles sections de pyrite et d'oligiste, grains de magnétite.

No 144. Cipolin à épidote, Ligne du Gornerg r a t. III, Fig. 10.

S. L. M. La roche est analogue au 143 mais plus riche en muscovite, elle présente également passablement de grains et de prismes courts de zoisite moulant de quartz un peu d'épidote en petits grains faiblement biréfringents. La zoisite se présente en prismes allongés selon nm et en amas moulant parfois les autres minéraux. On peut reconnaître aisément le clivage p (001) et un plan de cassure (010). Le plan des axes optiques est transversal par rapport à l'allongement. Le signe optique est positif. L'angle $2V$ est d'environ 20° et la biréfringence $nm - np$ est inférieure à $0,001$ $ng - np$ environ $0,006$.

No 142. Prasinite mélano c r a t e, Ligne du Gornerg r a t.

S.L.M. Cette roche est essentiellement constituée par de l'amphibole constituant presque exclusivement certaines régions de la roche et alternant avec des strates riches en épidote et une alternant avec de la chlorite. Le feldspath se rencontre de préférence dans les zones riches en épidote.

L'amphibole se trouve en prismes très allongés plus ou moins déchiquetés et en esquilles. Ses caractères sont ceux de l'actinote (E à 17° pour ng , $ng - np = 0,025$).

L'épidote est très bien développée en petits grains et prismes courts parfois zonés et présentant souvent un polychroisme appréciable (jaune citron pâle et incolore), $ng - np = 0,030$, $ng - nm = 0,012$, $nm - np = 0,018$.

La chlorite se rattache au clinochlore (allongement (-), signe optique (+), $ng - np = 0,007$) quant au feldspath il est généralement non mâclé à clivages peu nets et sur une section Sng montre une extinction de $+ 20^\circ 2\%$ An.

No 141 b. H. Talc schiste, Ligne du Gornergat. III, Fig. 11. Roche feuilletée de dureté minime et à schistosité prononcée.

S. L. M. Comme élément constitutif principal figure le talc (biaxe (-), allongement (+), $2V$ très faible 4° $ng - np = 0,050$. Magnétite quelques grains et sections octaèdriques.

Bastite quelques feuillets.

Structure: Lépidoblastique.

No 141. H. Ligne du Gornergat, Chlorito-schiste à sphène. Schiste vert tendre présentant un éclat soyeux sur les plans de schistosité.

S. L. M. Le clinochlore forme l'élément de beaucoup prédominant. Ses caractères sont: $ng - np = 0,007$, $E = 0$ à 8° . Polychroisme ng jaune pâle, np vert pâle. Allongement (-), signe optique (+), $2V$ environ 10 à 20° . Parallèlement aux cassures transversales à la schistosité on observe le développement de petites quantités de chlorite fortement dispersive (allongement (+), signe optique (-), $ng - np = 0,003$. (Pennine.)

On rencontre encore un peu de calcite et quelques grains de β -zoisite puis de la magnétite et du sphène abondant en fuseaux.

Structure: Lépidoblastique.

No 140. H. Prasinite, Ligne du Gornergat. Roche verte de grande dureté à cassure esquilleuse et schistosité prononcée.

S. L. M. La chlorite variété ripidolite se trouve en amas et en trainées soulignant la schistosité ($ng - np = 0,002$, allongement (-), signe optique (+).

L'amphibole se rencontre en petits prismes et en amas de petits grains idiomorphes montrant fréquemment les sections en losange. Les caractères sont ceux de l'actinote (ng à 17° , $ng - np = 0,025$).

L'épidote se présente en grains arrondis et en prismes courts, parfois cependant assez allongés et formant alors des groupements centroradiés.

Le feldspath, en larges sections, pénétré par tous les autres minéraux se rattache à la variété albite.

2. Région du Gagenhaupt au Riffelhorn.

Nous joindrons à la région du Gornergrat les roches récoltées dans la région du Gagenhaupt au Riffelhorn. Nous retrouverons en effet ici la région moyenne du Gornergrat avec ses intercalations multiples de prasinites et de roches parentes (amphibolites, talcschistes, epidotites) et plus au sud une masse serpentineuse qui semble se rattacher aux serpentines constituant le sommet du Gornergrat.

Les considérations générales sur cette région seront envisagées en même temps que celles relatives au Gornergrat.

Monographie des types étudiés du Gagenhaupt au Riffelhorn.

No 96. H. Serpentine franche, Gagenhaupt. Roche vert bouteille à cassure esquilleuse. Schistosité prononcée.

S. L. M. L'antigorite finement fibreuse forme toute la coupe (allongement (+), signe opitique (-), 2V moyen à petit ng — np = 0,008, E = 0°).

No 95. H. Epidotite amphibolique à grenat, Riffelhorn. Roche tachetée vert et blanc finement grenue ne permet le diagnostic macroscopique.

S. L. M. La roche est constituée en majeure partie par l'épidote en grains et prismes courts souvent pressés les uns contre les autres. Ils sont zonés, les noyaux plus biréfringents que la périphérie. Cette épidoite est associée à de l'actinote à caractères normaux, qui dans certaines régions de la préparation devient même prédominante. On trouve encore du grenat altéré avec formation de chlorite. De même quelques rares sections de wollastonite notamment une section ng — np montrant un angle d'extinction de 34° pour np et une biréfringence np — np = 0,014. Chlorite peu abondante, un peu de quartz intersticiel.

No 91. Talc schiste, Gagenbach. Roche grise de grande dureté. Les éléments constitutifs sont seulement visibles au microscope. Schistosité apparente; cassure peu nette.

S. L. M. La roche se montre constituée principalement par

une masse cryptocrystalline de talc et de calcite contenant de gros grains chargés de produits ferrugineux extrêmement abondants accompagnant un carbonate du type de la calcite. Il s'agit selon toute vraisemblance de sidérose en voie de limonitisation. On trouve encore en faibles quantités de la chlorite vert pâle, faiblement polychroïque (allongement (-), signe optique (+), np vert bleuâtre ng jaune verdâtre pâle, $ng - np = 0,003$, var. ripidolite) ainsi que quelques rares résidus d'amphibole probablement de l'actinote.

Le talc se présente lui-même parfois suivant les régions en lamelles assez bien développées montrant alors le clivage parfait (p) (001) allongement (+), $E = 0^\circ$, $ng - np = 0,050$. On trouve également un peu de rutile et quelques sections de leucoxène, d'oligiste, magnétite et limonite.

No 88. H. Amphibolite à calcite, Gaggenbach.
Identique au 87.

S. L. M. La roche se montre formée par une association de grandes plages de calcite montrant très nettement le clivage rhomboédrique souvent jalonné par des inclusions ferrugineuses et de même parfois mâclées. (Larges lamelles de mâcle suivant les faces de rhomboèdre); et d'actinote en grands prismes à allongement très marqué. Ces prismes présentant suivant leur section droite les contours rhombiques. Ils sont fortement ployés, courbés, les caractères sont ceux de l'actinote commune. On trouve encore noyant les rhomboèdres de la calcite et les prismes d'actinote une masse fibro lamellaire constituée par une association parallèle de talc (allongement (+), signe (-), $2V 30^\circ$ environ, $ng - np = 0,050$) et de ripidolite (allongement (-), signe optique (+), $2V$ faible).

Rutile en petits prismes souvent mâclés abondant, parfois même en grandes sections. On trouve également du leucoxène.

No 87. Cipolin injecté, Gaggenbach.

S. L. M. La roche est presque entièrement formée par l'actinote qui elle se présente en colonnes prismatiques et en prismes avec clivages prismatiques conséquents. Entre les colonnes et fibres la calcite est visible grâce à son fort développement.

Actinote largement développée. Biaxe (-), $2V$ grand $ng - np = 0,025$, allongement (+).

Polychroïsme ng vert bleuâtre, nm vert pâle, np jaunâtre presque incolore.

Calcite. Elle forme les 50 % de la coupe. Très grandes sections contenant un peu de limonite et de la ripidolite comme inclusion.

Structure : Porphiroblastique.

No 86. H. Amphibolite épidotique, Gaggenbach. La roche verte de couleur à surface rugueuse est grenue, et affecte une schistosité marquée. A l'aide de la loupe on distingue des aiguillettes d'actinote. Entre ces dernières se font quelques pointements de cristaux blancs probablement de l'albite et de la calcite.

S.L.M. La roche se montre presque uniquement formée d'amphibole (actinote) en grands prismes montrant nettement des clivages prismatiques et des cassures p. Ces prismes sont moulés par d'assez faibles quantités d'autres minéraux, qui sont principalement la calcite avec ses caractères habituels, la ripidolite en amas et groupements centroradiés. L'épidote ordinaire, qui est par endroits assez abondante et se présente en grains arrondis et prismes courts. Le feldspath est développé localement sous forme de grandes plages criblées d'inclusions d'actinote et d'épidote. Ces caractères sont analogues à ceux du plagioclase précédemment décrit (Sng + 19° 3 % d'anorthite). On trouve encore en quantités beaucoup plus minimes quelques grains arrondis de quartz puis quelques lamelles de biotite et du leucoxène assez abondant puis un minéral jaune à fort relief identifiable comme rutile; ainsi que des amas fibreux lamellaires de talc (allongement (—), ng — np = 0,050 et de chlorite variété ripidolite.

Déduction relative aux roches du Gornergrat.

Dans la partie inférieure de la ligne du Gornergrat, nous trouvons une large région de serpentines qui est précédée par une région très complexe, intercalée entre elle et les schistes lustrés, région formée d'intercalations nombreuses, parfois extrêmement réduites de prasinites et roches parentes, de serpentines et de calcaires métamorphiques.

Les serpentines de la Riffelalp se distinguent nettement des serpentines du Geisspfad et se rapprochent par contre de celles trouvées sur l'arête du Hübschhorn. Elles sont formées par de l'antigorite avec plus ou moins de bastite, généralement sans résidus d'olivine, et une seule fois nous avons pu observer (No 171) une section de bastite rappelant un cristal d'enstatite. Nous n'avons en tous cas jamais observé de résidus d'augite et la chlorite est, dans la règle, absente.

La zone complexe prasinitique nous montre des termes variés qui confirment absolument les conclusions de notre chapitre précédent, relativement aux prasinites.

Les proportions relatives d'amphibole, de chlorite, d'épidote et de feldspath albitique sont essentiellement variables.

L'amphibole est assez constante et appartient à un terme de la série actinote-hornblende selon la proportion d'alumine. On trouve parfois de la muscovite, de même de la calcite intersticielle; quant au quartz, il peut dans certains cas, accompagner le feldspath en quantités variables et toujours comme élément intersticiel. Le No 156 nous montre très nettement la disposition mentionnée précédemment des divers minéraux en traînées assez homogènes, chacune et l'amphibole montre nettement les résidus d'augite.

Dans le No 153, nous remarquons la tendance de l'amphibole à se développer en amas esquilleux par actions dynamiques sans qu'il y ait dans ce cas modification des propriétés, soit modification chimique quant à l'action des solutions par exemple.

Parmi les roches parentes des prasinites et dérivant soit de l'élément pyroxénique, amphibolique, soit de l'élément feldspathique, nous avons dans cette zone complexe des chloritoschistes, talcschistes d'une part, d'autre part des cipolins souvent fortement laminés et plus ou moins riches en zoisite. Ces cipolins proviennent de la couverture sédimentaire recouvrant le flanc normal de la nappe du Mont Rose, et ont été cueillis entre les km 3 et 4 de la ligne du Gornergrat à une altitude de 2000 m environ.

Il est à remarquer que dans certains termes nous trouvons de la biotite qui présente une apparence analogue au minéral rencontré chez les roches à allure dioritique de la région.

Au-dessus de la masse serpentineuse du Riffelalp, nous trouvons tout d'abord des prasinites avec intercalation d'un peu de serpentine et de calcaire métamorphique.

Puis une zone s'étendant du Riffelberg jusqu'au sommet approximatif du Gornergrat formé soit par répétition tectonique, soit par récurrence pétrographique originelle d'intercalations multiples de prasinites et de calcaires métamorphiques, avec quelques types parents des prasinites comme des actinolites chloritoschistes, etc.

Le sommet même du Gornergrat est constitué par de la serpentine qui se rapprocherait par sa composition de celle

du Geisspfad. On retrouve en effet ici non pas des résidus, mais quelques sections à contour d'amphibole, entièrement décomposées du reste en serpentine, talc, chlorite noyées dans la masse d'antigorite et de bastite.

Plus à l'est, se présente une zone gneissique constituée par un gneiss à deux micas, avec biotite peu abondante chez certains termes et avec grenat parfois très abondant. Ce gneiss se rapproche donc de celui vu dans la région du Simplon et a réagit métamorphiquement soit avec des roches basiques, soit avec des calcaires faisant partie de la couverture du flanc normal de la nappe V pour donner les types grenatifères. Nous trouvons du reste des calcaires métamorphiques chez lesquels la biotite du gneiss est plus ou moins transformée en chlorite. (Ainsi du reste qu'il en est souvent chez le gneiss lui-même.) Ce gneiss est généralement fortement laminé et accompagné d'autre part de zones riches en quartz constituant des quartzites micacées et des quartzites sericitiques.

Dans la zone complexe située tout à fait à l'est entre le Gornergrat et de Hohtäligrat, nous avons de nombreuses intercalations de roches prasinitiques en voie d'albitisation, de cipolins, d'actinolites, de serpentines fortement schisteuses contenant souvent des trainées de calcite et d'amphibole, de chloritoschistes, de gneiss grenatifères.

Nous mentionnerons dans le chloritoschiste No 10 C formé par du diopside et de la chlorite, la présence d'un minéral nouveau du groupe de la titane-olivine. La zone mentionnée est constituée par des écailles arrachées au flanc normal de la nappe du Mont Rose.

3. Zone du Hörnli au Théodule.

Toute la zone faisant l'objet de l'étude, qui suit, fait tectoniquement partie du flanc normal de la nappe du Mont Rose V.

Nous allons considerer les échantillons récoltés d'une part en remontant du ruisseau du Lac Noir jusqu'au Hörnli, d'autre part en allant vers l'Est jusqu'au Furggbach en passant par le Lac Noir et remontant ensuite aux Leichenbretter pour descendre les pentes de la Gaudegg jusqu'à l'Untertheodulgletscher. Nous trouvons, en premier lieu c. a. d. au ruisseau du Lac Noir (point 2530 W. du Lac), des roches prasinitiques avec intercalations fréquentes de serpentines plus ou moins riches en talc ou même de talcschistes et de calcaires métamorphisés avec, ailleurs des schistes lustrés.

Nos prasinites sont ici accompagnées par les termes voisins précédemment indiqués dérivant de roches initiales non ou peu feldspathiques comme les épidotites, amphibolites, talc-schistes.

En remontant du Furggbach vers les Leichenbretter, nous trouvons des serpentines analogues à celles du Riffelhorn et du Gornergrat et parentes de celles du Geisspfad. Elles dérivent en effet de périclases à pyroxène (134). Ces serpentines avec intercalations de prasinites et calcaires métamorphiques deviennent de plus en plus abondantes au fur et à mesure qu'on s'approche du sommet. La région supérieure est elle-même presque entièrement formée de serpentines plus ou moins schisteuses avec de fréquents résidus d'olivine et même de pyroxène, et une association fréquente également avec la chlorite réunie de préférence en amas qui constituent ainsi les intercalations apparentes de chloritoschistes. On trouve même certaines régions presque entièrement constituées par du pyroxène et le point de vue génétique mis à part, ces régions pourraient être diagnostiquées comme formées de pyroxénolites.

Les serpentines souvent très schisteuses, principalement sur les parois dominant l'Unterthéodulgletscher, présentent des intercalations fréquentes de prasinites et de calcaires métamorphiques. Ce massif serpentineux dérivé de périclases à pyroxène semble donc se rattacher aux serpentines du Gornergrat et plus loin du Geisspfad. Elles diffèrent de ces dernières par le mode de décomposition de l'élément pyroxénique.

La région du Hörnli au Leichenbretter aurait son équivalent dans la zone moyenne du Gornergrat, riche en intercalations multiples.

R e m a r q u e. On constatera dans la région du Furggbach, la présence de roches à tourmaline d'une part et de roches grenatifères d'autre part. Ceci nous montre l'existence d'actions fuméroliennes et d'un métamorphisme conséquent, comme nous le trouvons du reste dans la région du Gornergrat.

Monographie des roches du Hörnli au Théodule.

No 24. **H. P r a s i n i t e , L a c N o i r.** Roche verte à schistosité apparente et montrant comme éléments macroscopiques seulement de rares grains d'albite, de pyrite de fer et des fibres de chlorite.

S.L.M. La roche se montre formée essentiellement par de grandes sections de plagioclase développé en grains directement pressés les uns contre les autres avec interposition par place d'un minéral vert qui est soit la hornblende soit la chlorite (pouvant provenir d'une biotite primaire). Ce plagioclase est lui-même lardé de nombreux cristaux d'épidote et de muscovite et le fait que ce plagioclase est constitué précisément par de l'albite met justement en relief le phénomène d'albitisation. Hornblende $E = 18^\circ$, $ng - np = 0,025$, polychroisme dans les tons vert faiblement bleuâtre. Prismes très allongés; quelquefois avec disposition squelettique.

Rutile mâcles de la cassitérite.

Structure : Clastoblastique.

No 25. H. Serpentinite talqueuse dérivant d'une péridotite. Lac Noir. Roche vert foncé compacte. Aucun élément ne se distingue à l'oeil nu.

S.L.M. La coupe est formée par des amas fibro lamellaires à structure fenêtrée d'antigorite. Elle présente des extinctions onduleuses. Enfin on peut tirer la conclusion qu'elle dérive de l'olivine. Entre les différents grains nous apercevons un peu de calcite de circulation. Elle est peu abondante et associée au talc. Il nous faut encore signaler des amas considérables de talc non déterminables par les constantes optiques.

Bastite quelques fibres.

La magnétite et la pyrite sont intéressantes parce qu'elles jalonnent les contours des anciens grains d'olivine.

No 26. H. Schiste chlorito-talqueux, Lac Noir. La roche est de couleur vert blanchâtre, très tendre et savonneuse au toucher.

S.L.M. Péninne. Ce minéral se présente en lamelles fibres et rosettes. Sur les rosettes nous constatons des extinctions onduleuses. Groupements parallèles fréquents. Le polychroisme est pour ng jaunâtre, pour np bleu verdâtre. La dispersion forte donne au moment de l'extinction des tons gris violacés caractéristiques. On trouve encore quelques sections d'amphibole vert bleu clair, $E = 16^\circ$, allongement (+), signe (-), $ng - np = 0,024$.

Talc nids, fibres et lamelles. Ces dernières présentent une extinction droite. Biaxe (-), allongement (+). Elles sont incolores et rarement verdâtre. Teintes de polarisation très élevées. Accessoirement on trouve un peu de magnétite et une section d'oligiste.

No 29. H. Chlorito-prasinite (Ovardite). Lac Noir. Roche vert clair à allure schisteuse, cassure franche pas d'éléments visibles à l'oeil nu.

S. L. M. Actinote cristaux fibro-lamellaires présentant de nombreuses torsions. L'extinction par rapport à l'arête prismatique = 18° , $ng - np = 0,021$.

Epidote sections généralement zonées avec noyau plus biréfringent. ng est à 2° de h^1 dans ph^1 aigu. $ng - np$ variable de 0,025 à 0,033.

Chlorite allongement (—), signe optique (+), $2V$ faible. $ng - np = 0,003$ (variété ripidolite).

Feldspath peu mâclé et lorsque les mâcles sont présentes elles sont le plus souvent contrairement au terme précédent plutôt fines et répétées. Les sections à larges lamelles ne sont cependant pas exclues. Les feldspaths sont lardés d'inclusions de sericite et d'amphibole. Section $Sng + 18^\circ$ ce qui nous donne 5 % d'anorthite.

Le quartz se rencontre comme élément tout à fait accessoire par rapport au feldspath.

No 15. H. Prasinite épidotique. Hörnli. La roche analogue au type 12 est cependant beaucoup moins riche en quartz et feldspath et présente par contre la muscovite assez développée et l'épidote plus abondante. La structure est la même (ophitique).

Les caractères des minéraux sont les suivants: Epidote $ng - np = 0,035$ à $0,038$, $ng - nm = 0,016$, $nm - np = 0,022$. ng a 3° de h^1 dans l'angle ph^1 aigu.

Polychroisme normal mais faible.

La structure zonaire est très caractérisée.

Hornblende (amphibole) $ng - np = 0,025$, $ng - nm = 0,011$, $nm - np = 0,014$. ng vert bleu, nm vert, np jaunâtre pâle. ng a 21° de l'axe prismatique.

Muscovite $ng - np = 0,038$, $2V$ environ 30° .

A côté de la muscovite et contrairement à la coupe 12 on trouve comme dans le type 11 de la chlorite abondante provenant très probablement de la biotite existant encore dans ce dernier type allongement (—), signe opt. (+), $2V$ environ 15° , $ng - np = 0,003$ (ripidolite). Le feldspath prédomine sur le quartz. Il est peu mâclé mais présente le clivage pg^1 et les cassures g^1 . Une section Snp montre une extinction à -8° de la trace de g^1 , la trace de p formant dans cette section un angle de 86° avec la même trace 10 % d'anorthite.

Sphène assez abondante.

No 22. H. Epidotite amphibolique, Hörnli.
Roche verte schisteuse.

S.L.M. L'élément constitutif principal est l'actinote vert pâle peu polychroïque. Cet amphibole est accompagné d'un certain nombre de sections présentant des angles d'extinction variables jusqu'à 37° , une biréfringence de 0,027; ce minéral qui est de couleur vert pâle est non polychroïque doit être rattaché au diopside.

L' α -zoisite est abondante signe optique (+), $2V$ faible de 10° environ. $ng - np = 0,006$, allongement (-). Cette zoisite est accompagnée de petites quantités d'épidote commune.

La muscovite peu abondante présente ces caractères habituels $ng - np = 0,038$.

Le quartz se rencontre en faible quantité, ainsi que le leucoxène.

No 23. H. Amphibolite épidotique, Hörnli.
Roche verte grenue à schistosité apparente.

S.L.M. Muscovite allongement (+), signe optique (-), $E = 0^\circ$, — $2V$ environ 30° , $ng - np = 0,04$.

Sphène belle section mâclée suivant h^1 (100) signe positif.
Polychroïsme bien marqué.

Rutile mâcles en cœur suivant b^1 (112) faiblement polychroïque. Signe optique positif.

Zoisite allongement (-), signe optique (+), $E = 0$, réfringence faible.

Dans l'albite il y a de petites quantités de quartz et de feldspath. Sur des sections voisines de Sng elles montrent un angle d'extinction $+10^\circ$ ce qui détermine un terme albitique.

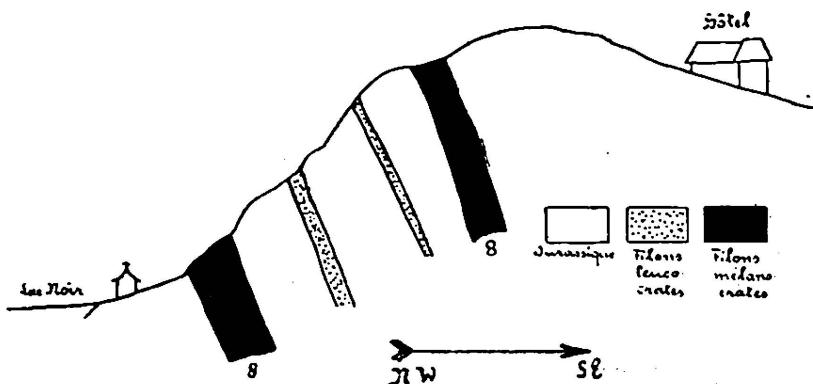
Grenat corodé et passant sur les bords à la chlorite. Muscovite des agrégats filandreux d'indice 1,6, $E = 0^\circ$, biaxe (-), $2V = 6^\circ$ et $ng - np = 0,05$. Le faible angle $2V$ permet de différencier nettement des sections effilées de ce minéral.

La magnétite disposée irrégulièrement montre des formes octaédriques dont les bords sont fréquemment limonitisés. Hornblende elle joue dans la coupe le rôle d'un élément constitutif principal $ng - np = 0,023$, $ng - nm = 0,10$, $nm - np = 0,013$. ng est à 18° de l'arrête prismatique, le polychroïsme est habituel dans les teintes vertes. Les cristaux sont fréquemment zonés et la périphérie plus colorée et plus bleue que le centre. Les régions périphériques plus colorées sont moins biréfringentes (Duparc amphibole d'ouralitisation).

Epidote plusieurs sections dont une est spécialement intéressante par sa mâcle suivant la face p; enfin elle est zonée. Nous distinguons trois zones différentes de biréfringence. Valeurs variables de 0,028 à 0,036. Avec un angle d'extinction de ng de 2 à 4° par rapport à p¹ dans ph¹ angle aigu.

Structure: Granoblastique à apparence fluidale.

No 17. Amphibolite quartzuse. Hörnli. S.L.M. La roche est constituée essentiellement par une association d'amphibole vert pâle idiomorphe et de muscovite moulés tous deux par le quartz en plages irrégulières. L'amphibole a les caractères suivants ng — np = 0,022, ng — nm = 0,010, nm — np = 0,012, ng est à 16° de l'arête prismatique; polychroisme dans les tons bleu vert.



La muscovite a ng — np = 0,039, 2V faible environ — 30°. On trouve encore accessoirement de la magnétite fortement limonitisée, puis quelques grandes plages de calcite et quelques grains d'épidote, ainsi qu'un peu de sphène. Le quartz en grains irréguliers à extinctions roulantes semble être accompagné de petites quantités de feldspath non mâclé dont les caractères par analogie avec les précédents permettraient de conclure à la présence d'un peu d'albite.

Structure: Lépidoblastique.

No 8. H. Calcaire métamorphique à tourmaline. Lac Noir. III, Fig. 12. La roche est nettement filonienne et se distingue de celles que nous avons décrites dans nos analyses sur le Gornergrat par ses teintes vives bariolées allant du vert Emeraude au gris clair. Enfin elle est intéressante par la multitude de minéraux la composant et qui sont bien visibles à l'oeil nu. Nous citons l'actinote, la tourmaline, la calcite et la smaragdite.

S.L.M. La tourmaline largement représentée porte les caractères suivants. Allongement (—), signe optique (+),

$2V = 0 \text{ à } 10^\circ$, $E = 0^\circ$, $ng - np = 0,020$. Le polychroisme est pour ng brun vert foncé et pour np brun vert pâle. L'allongement est bien marqué suivant la zone du prisme. Les sections perpendiculaires à l'axe sont soit triangulaires ou hexagonales avec trois côtés inégalement développés. Souvent on a sur ces sections une structure zonaire avec des zones brun jaune et vert brunâtre. La muscovite est répartie en nids $ng - np = 0,039$, $2V$ environ 30° .

Smaragdite $E = 20^\circ$, $ng - np = 0,026$, $ng - nm = 0,010$, $nm - np = 0,016$.

Son polychroisme est vert bleu pâle pour ng , vert pâle pour nm et incolore pour np . La muscovite est distribuée irrégulièrement dans toute la coupe; elle a un habitus prismatique et porte les caractères habituels. La calcite se trouve parfois développée en grandes plages plus ou moins idiomorphe riches en inclusions ferrugineuses et à plus fort relief encore des sections qui pourraient probablement être envisagées comme sidérose en voie de transformation en limonite. Accessoirement on trouve encore un peu de quartz et quelques sections d'épidote. L'élément ferrugineux est formé par la magnétite disposée selon les plans de schistosité.

No 9². Granatfels, Lac Noir.

S.L.M. La coupe est presque uniquement formée par du grenat dont les interstices sont remplis d'amphibole assimilable à une hornblende actinote contenant elle-même de très nombreux cristaux idiomorphes de grenat. On trouve encore un peu de calcite et on observe un contact avec une zone chloriteuse formée uniquement de ripidolite de couleur vert extrêmement pâle. Signe optique (+), allongement (—). Elle est souvent groupée en sphérolites.

No 134. Serpentine dérivant d'une péridotite à pyroxène, Furggbach.

S.L.M. La roche est formée par un mélange d'antigorite (élément prédominant) de bastite et de chrysotile. L'antigorite présente par places une augmentation notable de la biréfringence consécutive à une coloration en jaune brunâtre avec polychroisme appréciable. Il s'agit ici d'antigorite ferrifère terme de passage à la bowlingite. On trouve au milieu de la serpentine des grains arrondis plus ou moins déchiquetés de pyroxène avec (clivage (m)). $2V$ moyen et positif, l'angle d'extinction atteignant 40°) et quelques mâcles sur h^1 ainsi que de la magnétite et de l'oligiste.

No 138. H. Prasinites mélanocrate, Furggbach. IV, Fig. 13. La roche est finement grenue. Sur les plans de décollement produits par l'écrasement que la roche a subi, des paillettes de mica-blanc abondent. Entre autre on remarque également la calcite.

S. L. M. La roche est constituée par de la calcite riche en inclusions ferrugineuses (sidérose) associée à de grandes quantités d'actinote spécialement localisée en certaines régions de la coupe.

La calcite en grandes plages contient de nombreux grains d'épidote faiblement biréfringente ($ng - np = 0,020$) ainsi qu'un peu de muscovite et de la biotite brun rouge à vert brunâtre plus ou moins transformée en ripidolite. (Allongement (—), signe optique (+), $ng - np = 0,003$.) On trouve également des quantités assez notables de sphène, de grandes plages d'oligiste et un peu de magnétite. Le grenat est abondant, et réparti dans tous les autres minéraux et de préférence en petits grains. On trouve encore du feldspath rarement mâclé, avec les clivages le plus souvent peu nets principalement développé dans certaines zones de la roche contenant alors tous les autres minéraux. (Face g^1 , clivage p , cassures h^1 ; E à $+ 20^\circ$ 2 % d'anorthite, albite.) Quant au quartz il semble tout à fait accidentel et exceptionnel.

No 139. H. Ovardite (prasinite mélanocrate grenatifère), Furggbach. Roche verte grenue.

S. L. M. La hornblende développée en sections prismatiques est abondante (allongement (+), signe optique (—), $2V$ environ 80° , E = 18 à 21° , $ng - np = 0,024$). Polychroisme.

ng vert, nm verdâtre, np vert pâle. Le clivage (m) (110) est marqué. Mâcles suivant h^1 fréquentes.

Grenats pétri d'inclusions de feldspath et de magnétite. Epidote souvent zonée et faiblement biréfringente.

Muscovite. On trouve de la muscovite assez abondante associée à un peu de biotite avec groupements parallèles fréquents. Cette biotite est fréquemment transformée en ripidolite à caractères habituels. On trouve encore de la calcite et des grains à plus fort relief riches en inclusions ferrugineuses que nous diagnostiquons comme sidérose. Le feldspath se trouve développé en grandes plages contenant tous les autres minéraux. Il peut cependant manquer localement (g^1 à $+ 21^\circ$ 0 % d'anorthite, albite pure). Le quartz se présente en grains polygonaux plus petits que le feldspath plus ou moins irréguliers.

Structure : Granoblastique.

No 132. H. Serpentine schisteuse, Furggbach.
Roche verte très schisteuse.

S. L. M. Toute la roche est formée par un mélange intime, mélange dans lequel l'antigorite prédomine, de bastite et d'antigorite. Leurs caractères optiques sont normaux. Comme éléments accessoires on peut signaler la magnétite et la limonite.

No 131. H. Chloritopyroxénolite, Furggbach.
Roche verte très dure à aspect feuilleté et présentant sur la cassure franche quelques pointements de magnétite.

S. L. M. La roche est constituée par des zones alternées de pyroxène type diallage-augite ($\text{ng} \approx 38^\circ$, clivage mh^1 parfois g^1 , $\text{ng} - \text{np} = 0,023$), et de chlorite très faiblement biréfringente de la variété ripidolite (allongement (—), signe optique (+), $\text{ng} - \text{np} = 0,001$ à $0,002$). Au milieu de la chlorite se rencontre parfois un peu d'antigorite, disposée en nids. On trouve encore de l'oligiste et de la limonite assez abondante et de la magnétite en gros amas et trainées.

No 130. H. Schiste chloriteux, Furggbach.
Roche verte très tendre savonneuse au toucher schistosité apparente.

S. L. M. La roche est formée uniquement de clinochlore ($E = 0,046$, $\text{ng} - \text{np} = 0,005$, allongement (—), signe opt. (+), extinction = 0 à 5° ; mâcles polysynthétiques sur p, $2V$ faible environ 15° . Polychroisme ng jaune pâle, np vert pâle).

Accessoirement on trouve du sphène et de la magnétite.

No 128. H. Serpentine dérivant d'une Harzbourgite, Furggbach. Roche finement grenue rude au toucher de couleur verte et à cassure nette. Elle est pigmentée par un peu de magnétite.

S. L. M. La roche est constituée en majeure partie par de l'antigorite à structure fibro-lamellaire enchevêtrée avec par places une tendance au développement en bastite. Comme minéral primaire peu abondant du reste, on trouve du pyroxène identifiable par son angle $2V$ moyen et positif et par le clivage (m) et les angles d'extinction atteignant 40° . Ce pyroxène est accompagné par un peu d'olivine ($2V$ grand signe optique (+)).

La magnétite forme un faible mouchetage pigmentant toute la coupe.

No 125. H. Pyroxénolite, Furggbach. IV, Fig. 14.
Roche leucocrate légèrement feuilletée.

S. L. M. La roche est constituée presque exclusivement par un pyroxène, variété Diallage, montrant nettement les clivages m et h¹, les mâcles sur h¹ sont assez fréquentes.

Les caractères sont: E de ng à 42°, ng — np = 0,025, ng — nm = 0,020, nm — np = 0,005.

On remarque accessoirement un peu de calcite intersticielle, ainsi que quelques lamelles de ripidolite.

No 124. H. Schiste chloriteux grenatifère, G andegg Furggbach. La roche fortement broyée verte est pétrie de grenats rouges qui lui donnent ainsi un aspect bariolé; en outre on remarque de fins agrégats de chlorite et des taches jaunes indiquant l'épidote.

S. L. M. La roche dans sa presque totalité est formée par le grenat qui se présente en grandes sections arrondies à relief élevé n environ 1,9 de couleur rose en lumière parallèle et contenant un peu de fer et de la chlorite résultant de sa décomposition chimique. La chlorite, produit secondaire, joue le rôle de remplissant des vides intersticiels.

Chlorite (allongement (—), signe optique (+), ng — np = 0,008, 2V environ 10° l'angle d'extinction pouvant atteindre 10°, et mâcles selon p, variété clinochlore). Ce minéral est accompagné fréquemment par un peu de zoisite; on trouve aussi un peu de pyroxène identifiable par les clivages (m) et l'angle de 2V moyen et positif. Ainsi qu'un peu de hornblende localisée dans le grenat et de caractères suivants. (E est à 17° pour ng. Polychroisme ng vert bleu foncé, nm vert foncé, np vert pâle.) Dans le grenat également se rencontre un peu de chlorite fortement dispersive à allongement (+), signe optique (—) de couleur verte plus ou moins foncée; variété pennine. Accessoirement on rencontre un peu de calcite, de la magnétite, de l'oligiste et du sphène.

No 123. Calcaire métamorphique, G andegg Furggbach.

S. L. M. La roche est constituée en majeure partie par la calcite accompagnée par quelques gros grains de β-zoisite de même par un peu de quartz et de petits grains d'épidote. On trouve aussi du sphène, de la pyrite, de la limonite et quelques esquilles d'oligiste,. La roche semble renfermer également un peu de staurotide en gros grains arrondis à relief moyen et de faible biréfringence.

No 122. H. Serpentine à olivine, dérivant d'une périclase à pyroxène. Gandegg Furggbach. Roche à éléments extrêmement fins verte et de grande dureté montrant une cassure franche.

S.L.M. Antigorite en amas fibro-lamellaires de caractères optiques normaux (allongement (+), biaxe (-), $2V$ grand, $E = 0^\circ$). L'antigorite a souvent une tendance à se développer avec le type bastite. A côté des grains craquelés d'olivine on observe quelques sections montrant les traces d'un clivage et un angle d'extinction de 44° sur la section Snm , sections qui sont donc à identifier avec un pyroxène du type diopsidé-augite.

On rencontre quelques grains arrondis d'une minéral primaire identifiable avec une olivine par son signe (+) et l'angle $2V$ voisin de 90° , ainsi que par la biréfringence maxima s'élevant à environ 0,034. On trouve encore de tout petits grains et petits prismes allongés incolores ou localement colorés en jaune (enrichissement en fer) pour lesquels l'angle d'extinction ne dépasse pas 15° . Certaines sections montrent l'image d'un axe optique avec signe optique (-) et $2V$ d'environ 70° ; il s'agit donc d'une variété d'amphibole. Certaines sections montrent aussi l'image d'un axe optique avec $2V$ moyen et (+) et des angles d'extinction pouvant dépasser 40° ; il y aurait donc également des résidus d'un pyroxène primaire. La pyrite assez abondante montre de fréquentes épigénies périphériques en oligiste.

Structure: Maillée.

No 120. H. Serpentine à calcite, Unterthéodul Gandegg. Roche verte compacte à cassure franche.

S.L.M. L'antigorite se rencontre en lamelles bien développées (allongement (+), signe optique (-), $2V$ plutôt grand $ng - np = 0,007$). La bastite en feuillets et petits lambeaux est légèrement plus réfringente et plus biréfringente que l'antigorite (allongement (-), $E = 0^\circ$, $ng - np = 0,008$).

Chrysotile. Fibres très fines perpendiculaires aux cassures de la roche (allongement (+), $E = 0^\circ$, $ng - np = 0,009$). L'élément ferrugineux (magnétite et paillettes d'oligiste) est largement représenté et a ses formes habituelles. Accessoirement nous trouvons encore un peu de calcite en nombreux petits grains (uniaxe (-), $2V = 0^\circ$, $ng - np = 0,18$).

No 116. H. 1. Prasinite type; 2. Amphibolite épidotique. Unterthéodul Gandegg. La roche

verdâtre nous permet de diagnostiquer macroscopiquement l'actinote (fines aiguilles) et les feldspaths.

S.L.M. La roche est constituée par une association d'amphbole de la série trémolite-actinote et d'épidote commune parfois de coloration jaune très appréciable. L'amphbole est développé en longs prismes montrant les clivages prismatiques qui sur la section droite forment un angle de 120° . Les caractères optiques sont normaux $ng \approx 17^\circ$ de l'axe prismatique dans l'angle ph^1 optu, $ng - np = 0,027$. L'épidote se rencontre en grains arrondis et en prismes courts avec zones bien marquées et noyau plus biréfringent avec $ng - np$ variable de 0,025 à 0,035. Accessoirement on rencontre de la calcite avec ses caractères normaux, de la β -zoisite en grandes plages fort relief faible biréfringence et dispersion inappréciable, et du leucoxène. En d'autres régions, la coupe montre par contre le développement de feldspath type albitique ($Sng (+), + 19^\circ 3\%$ d'anorthite), associé à de la calcite ainsi qu'à de l'épidote et à des amas de chlorite de la variété clinochlore (allongement (-), signe opt. (+), $ng - np = 0,005$; dispersion inappréciable). Dans ces régions riches en feldspath l'amphbole ne se rencontre qu'accessoirement. Ces deux faciès sont séparés par une bande grisâtre constituée en grande partie de produits limonitiques associés à de la calcite.

No 115. H. Serpentine, Untertheodul G andegg. Roche compacte de couleur verte à cassure esquilleuse.

S.L.M. La roche est uniquement formée par l'antigorite, les caractères optiques sont normaux. Elle est légèrement pigmentée par des grains d'oligiste et de magnetite qui eux sont pro parte épigénisés en limonite.

No 114. Epidotite à pyroxène (Pyroxénolite à epidote. Untertheodul G andegg).

S.L.M. La roche se montre formée par une association granoblastique de diopside et d'épidote à structure souvent zonée avec noyau plus biréfringent d'épidote qui est suivant les endroits considérablement développé. Il peut aussi se présenter en petits prismes courts et en grains arrondis. Ces caractères sont normaux. Le pyroxène par contre présente souvent de fines lamelles de mâcles répétés selon h^1 du type diallage. On observe nettement non seulement un clivage prismatique mais encore le clivage h^1 (série augite-diallage). L'actinote est non existante ou sinon en quantités tout à fait restreintes par rapport au pyroxène. On trouve encore un peu de calcite intersticielle.

No 111. Serpentine schisteuse, Unterthéodul G andegg.

S. L. M. La roche est essentiellement formée d'antigorite en fibres à structure parallèle de couleur verdâtre à caractères normaux avec association de magnétite en gros grains entourés de débris et souvent pénétrées eux-mêmes par des lamelles d'antigorite.

No 110. H. Calcaire métamorphique, Unterthéodul G andegg. Roche verte schisteuse à grains fins.

S. L. M. La calcite développée en grandes plages porte les caractères habituels. On trouve encore dans ce minéral d'assez nombreuses sections de wollastonite montrant l'angle d'extinction maximum de 36° pour la vibration (—), et des lamelles de mâcles selon (100). Ces sections sont accompagnées de diopside. On trouve également quelques longues lamelles de chlorite (allongement (+), signe optique (—), $2V$ faible, variété péninne).

Tous ces derniers minéraux sont en quantités extrêmement restreintes et localisées dans la calcite.

No 105. H. Schiste chloriteux, Unterthéodul G andegg. Roche verte schisteuse avec éclat soyeux sur les plans de décollement.

S. L. M. La roche est entièrement formée de clinochlore de caractères suivants (allongement (—), signe optique (+), $ng - np = 0,005$; np vert pâle, ng jaune pâle). On trouve accessoirement un peu de magnétite.

No 104. H. Serpentine, Unterthéodul G andegg. Roche verte compacte. Quelques trainées noires visibles à la loupe laissent supposer la magnétite.

S. L. M. La roche est formée par des agrégats lamellaires d'antigorite auxquels sont mélangés quelques lamelles peu nombreuses de bactite (allongement (—), biaxe (—)).

No 102. H. Serpentine franche, Unterthéodul G andegg. Roche verte très fraîche à cassure franche ne permet aucun diagnostic à l'oeil nu.

S. L. M. Le fond de la roche est formé par de lamelles minuscules d'antigorite. L'élément ferrugineux disposé en trainées parallèles soulignant la schistosité. On observe quelques résidus d'un minéral de biréfringence moyenne relief environ 1,6, très probablement rattaché à la série des péridotites. Notamment une section perpendiculaire à une bissectrice (+) donnant une biréfringence pour $nm - np = 0,018$.

No 101. Serpentine franche, Unterthéodul G ande g g.

S.L.M. La roche est presque essentiellement constituée par l'antigorite à structure fibreuse enchevêtrée. Les lamelles sont très fines. L'élément ferrugineux (magnétite) est disposé en trainées.

Calcite quelques sections (uniaxe (—), $2V = 0$, $ng - np = 0,16$ à 17).

No 100. H. Amphibolite à calcite, Unterthéodul G ande g g. Roche verte rude au toucher à cassure franche. Macroscopiquement on constate des paillettes de mica, de l'actinote en fines aiguilles, de la calcite légèrement colorée par du fer et quelques cristaux de quartz.

S.L.M. L'actinote développée en sections prismatiques ent basales et en amas de sections irrégulières porte les caractères habituels.

La calcite se présente en grandes plages montrant une tendance à mouler les autres éléments. Elle est particulièrement développée dans certaines régions où alors elle est fréquemment accompagnée par quelques rares et petites lamelles de clinochlore.

Feldspath (albite), grains elliptiques.

On rencontre aussi un peu d'épidote commune en grains arrondis et petits prismes courts. Comme éléments accessoires nous mentionnons la muscovite et des sections peu nombreuses de pyrite, magnétite et olivine.

No 99. H. Calcaire métamorphique, Unterthéodul G ande g g. Roche verte finement grenue.

S.L.M. La roche est formée de calcite prédominante associée à de la chlorite (variété clinochlore allongement (—), signe optique (+), $ng - np = 0,008$).

La masse du fond contient de très nombreux prismes d'actinote de caractères habituels ainsi que de grains et amas d'épidote commune. On trouve d'autre part comme élément intersticiel un peu de feldspath généralement non mâclé et avec clivages peu distincts ($Snp = 16^\circ 2\% \text{ an.}$). Il existe d'autre part du leucoxène en quantité assez notable et quelques sections d'oligiste passablement limonitisée.

4. Zone du Trift.

Nous décrivons cette zone en suivant la route du Trift-Hôtel à Zermatt, soit donc comme pour les deux zones précédentes dans la direction NW—SE.

Nous retrouvons ici les formations absolument analogues à celles vues dans la région du Hörnli et du Gornergrat. Ces formations font probablement partie de la couverture sédimentaire de la nappe du Grand St. Bernard IV et forment ici le substratum du flanc renversé de la nappe de la Dent-Blanche VI.

En effet nous avons des prasinites de différents genres chez lesquelles le caractère hétérogène est généralement extrêmement accentuée (No 77). Ces prasinites montrent des intercalations de cipolins plus ou moins talqueux ou chloriteux, ainsi qu'à la côte 1969 (Altes Haupt, Ecaille triasique arrachée à la nappe IV et se rattachant probablement à la charnière du replis des Mischabel) une intercalation importante de Gneiss riches en quartz passant du reste latéralement de part et d'autre à des quartzistes puis à des cipolins.

On trouve également le cortège habituel des prasinites, amphibolites, chloritoschistes, etc.

Monographie des types étudiés.

No 79. H. Prasinite épidotique franche, Trift. Roche grenue de couleur jaune verdâtre. A l'aide de la loupe on peut diagnostiquer un feldspath et la chlorite en fines aiguilles et des amas jaunâtres qui laissent prévoir l'épidote.

S. L. M. La roche à structure granoblastique est formée par une association de feldspath en grains arrondis non mâclés ou avec larges lamelles non répétées et d'épidote en plages arrondies et prismes courts de faible polychroisme à caractères normaux. La coupe montre d'autre part de larges bandes traversant la préparation, bandes constituées par des amas de lamelles de chlorite de la variété ripidolite avec caractères vus précédemment. Cette chlorite est presque entièrement localisée dans ces trainées et se trouve en petite quantité accompagnant le feldspath et l'épidote et formant alors des plages à contours concaves. On trouve encore accessoirement un peu de muscovite, d'apatite et de la pyrite presque entièrement épigénisée en limonite. Le feldspath correspond à une albite analogue à la variété rencontrée dans les Prasinites No 24, 54, 61, 64.

No. 77. H. Prasinite complexe, Trift. Roche fine-miem grenue de couleur verte et à cassure franche.

S. L. M. Examinée au microscope la roche se montre très hétérogène. Certaines régions se montrent formées d'une

association de grains arrondis de feldspath (feldspath peu mâclé ou avec de larges lamelles non répétées, Sng — 17° 2 % d'anorthite), et de quartz moulé et criblé par de la ripidolite ainsi que de la hornblende vert bleuâtre, accompagnée d'un peu d'épidote; la chlorite formant fréquemment des amas très conséquents. D'autres parties sont formées par l'association d'épidote en grands cristaux zonés et de la calcite accompagnée de petits grains de quartz et de quantités variables, mais toujours limitées des minéraux précédents (chlorite, amphibole). D'autres zones montrent l'association de l'épidote avec le feldspath et un peu de chlorite, se distinguant donc des premières que par la prédominance de l'épidote au lieu la chlorite. On trouve encore accessoirement un peu de biotite vert brunâtre puis en quantités assez notables du leucoxène. Ces divers minéraux présentent les caractères précédemment décrits.

No 68. Cipolin talqueux, Trift.

S. L. M. La calcite prédominante est associée à des grains de quartz et de feldspath peu mâclés ainsi qu'à un peu d'épidote et de la muscovite en lamelles ployées. On rencontre encore des écailles d'oligiste et quelques grandes sections de sphène. La calcite est associée à du talc.

No 67. H. Prasinite assez riche en quartz. Trift. Roche verte très schisteuse, de gros feldspaths sont moulus par la chlorite.

S. L. M. La roche est constituée par de gros grains de feldspath, soit non mâclés, soit avec de larges lamelles non répétées, ainsi que quelques grains de quartz à extinctions irrégulières. Ces grains sont noyés par une multitude de petits grains de quartz associés à de la ripidolite et de la sericite de caractères habituels; ainsi que un peu de calcite. Le sphène est abondant en prismes courts et en fuseaux, criblant les porphyroblastes de feldspath. On trouve encore de petits prismes courts de tourmaline verts brunâtres ($\text{ng} - \text{np} = 0,021$, ng incolore, np vert brun, allongement (—), $2V = 0$ à 10°). Les sections montrent le prisme hexagonal et des terminaisons en pyramide avec hémimorphisme net. Apatite peu. Pyrite quelques sections.

No 64. H. Prasinite, Trift. IV, Fig. 15. Roche verte finement grenue à cassure franche et schistosité marquée.

S. L. M. Les feldspaths en larges lamelles mâclées non répétées (mêmes caractères que coupe 61) section Snp (légèrement décentrée) — 16° 2 % d'anorthite (Albite).

Cette roche se rattache aux types 54 et 61 et présente par contre une schistosité marquée. Certaines strates sont formées en grande partie de calcite associée à de la muscovite (voir cipolins), un peu de ripidolite et de quartz; d'autres par contre montrent des grains de feldspath présentant des clivages nets et quelques larges lamelles de mâcles non répétées ainsi que des grains de quartz. Ces grains étant moulés et criblés par la ripidolite associée à de l'épidote ainsi qu'à une amphibole du type 24. On rencontre dans les strates type cipolin quelques rares lamelles de biotite. L'épidote est très abondante. Elle est légèrement zonée de polychroismes appréciables et parfois mâclées. Par la composition de ces différentes strates cette roche rappelle les No 24, 54 et 61 ainsi que les types définis comme cipolin. La magnétite est abondante en cristaux cubiques. Comme éléments accessoires nous citons le sphène et le leucoxène.

No 63. H. Cipolin chloriteux, Trift. Roche de couleur grise très finement grenue.

S. L. M. La roche se montre constituée d'une part par des strates formées presque exclusivement de calcite accompagnée d'un peu de sericite, d'autre part par des strates, riches en quartz associé à de la sericite et de la chlorite; ou même formées presque uniquement par de la chlorite (variété ripidolite, $ng - np = 0,003$, allongement (—), signe optique (+), $2V$ faible), en groupements lamellaires ou centroradiés, et muscovite disposée parallèlement en sections de plus grandes dimensions. On trouve encore accessoirement quelques grains de β -zoisite.

No 61. H. Prasinite à chlorite, Trift. Roche verdâtre à grains grossiers. Structure litée. Sont bien visibles les feldspaths albite entourés par des fibres de chlorite.

S. L. M. (Même type que 24 et 54.) Feldspath en grains arrondis avec clivages nets et mâcles larges et non répétés.

La calcite est moins abondante que dans le No 54 par contre la chlorite (ripidolite) forme de gros amas entourant les grains de feldspath.

La sericite se rencontre en petites lamelles soit dans les feldspaths, soit plutôt accompagnant la chlorite et disposée parallèlement à celles-ci. Contrairement au terme précédent l'épidote est très peu développé; l'amphibole n'a pas été rencontré. Le sphène (leucoxène) est abondant.

Structure : Granoblastique.

No 54. H. Prasinite à gros grain. (Cette coupe a une grande analogie avec No 24.) Trift. IV, Fig. 16. Roche verte à allure schisteuse grenue. Les feldspaths offrant une orientation parallèle sont noyés dans une masse verte qui est probablement la chlorite.

S. L. M. Le feldspath est peu mâclé mais montre nettement les traces des plans de clivage et des cassures. Ses caractères sont: clivage p très net et cassures g¹. Sur Snp l'angle d'extinction est pour la vibration (—) de — 16°; 2 % An. Sur une section normale à l'axe optique (A) la trace du plan des axes fait un angle de 20° avec la trace du clivage p, ce qui correspond bien à 2 % An. Les interstices entre les feldspaths sont remplis par de la chlorite (allongement (—), signe optique (+) variété ripidolite, ou par la calcite en quantités assez abondantes.

L'amphibole de couleur vert plutôt clair est exceptionnel. Par contre on rencontre accompagnant la chlorite quelques résidus de biotite brun vert ng — np = 0,040; ng brun vert, np verdâtre pâle.

L'épidote abondante est développé en tout petits grains ainsi qu'en grandes sections à contours nets. (E dans g¹ à 3° pour ng par rapport à h¹ dans l'angle aigu ph¹. ng — np = 0,035. L'allongement est de signes variables.) Elle est assez souvent zonée avec noyau plus biréfringent. Sphène abondant (formes en fuseaux).

Quelques grains de pyrite se transformant sur les bords en oligiste.

No 47. H. Cipolin, Trift. Roche grise d'aspect saccroïde, rude au toucher et montrant la calcite disposée en lit.

S. L. M. Calcite, quartz, magnétite, sericite. Structure schisteuse marquée.

No 43. H. Gneiss micacé, Trift. Roche d'aspect grisâtre et finement grenue. Macroscopiquement les éléments ne sont pas visibles.

S. L. M. Quartz. Ce minéral prédomine largement sur tous les autres éléments composant la roche. Il présente des contours arrondis et est criblé d'inclusions charbonneuses.

La muscovite se présente en longues lamelles (ng — np = 0,38), E droite signe optique (—).

Le feldspath abondant peu mâclé est de préférence en grandes sections et présente d'une façon moindre que le quartz les traces mécaniques. Section Snp (—) bien centrée clivage

pg¹. Le feldspath présente ceux d'une section Snp un angle de $\pm 17^\circ$ et le contact de cette section avec une section de quartz permet de déterminer par la frange de Becke, que ng du feldspath est plus petit que ng du quartz, donc l'extinction doit être prise avec le signe (—), et il s'agit d'une albite avec 2 % d'anorthite.

Dans les parties plus riches en fer on observe un léger développement de la délessite. On observe également quelques sections de cordiérite montrant un relief un peu plus faible que le quartz, le clivage g¹ et p, et une biréfringence également inférieure à celle du quartz (allongement (—), signe optique (+), $n = 1,54$). Accessoirement on constate des amas limonitiques accompagnés de sericite et une section de tourmaline.

No 44. H. Quartzite, Trift. Roche blanche très finement grenue et faiblement litée.

S. L. M. Tout la roche est formée par du quartz. Inclusions charbonneuses, extinctions roulantes et accessoirement un peu de muscovite. La roche en elle-même est très fraîche.

Structure : Klastoblastique.

No 42. H. Quartzite micacée, Trift. La roche est complètement broyée. Elle présente des surfaces rugueuses feuillettées. Grâce au mica-blanc elles prennent un éclat argenté.

S. L. M. La roche est constituée par de la muscovite légèrement verdâtre et du quartz; ce dernier fortement brisé est réduit en mosaïques irrégulières, tandis que les actions dynamiques ont aussi considérablement froissé et tordu le mica. Le quartz est riche en inclusions charbonneuses; il présente les caractères habituels. La muscovite donne $ng - np = 0,037$, 2V faible. On trouve accessoirement quelques grains de leucoxène et de pyrite.

Structure : Lépidoblastique.

No 37. H. Cipolin-type, Trift. Roche grise d'aspect finement grenu. Elle est très écrasée.

S. L. M. La calcite forme la masse de la roche et est assez riche en inclusions en masses opaques, qui soulignent la schistosité et les plissements. Ces dernières sont encore jalonnées par de nombreuses lamelles de muscovite ainsi que par des nodules de quartz qui sont étirées en amandes et brisées. On observe une grande section de β -zoisite ainsi que des grains de cordiérite. Muscovite $ng - np = 0,036$.

No 36. H. Amphibolite épidotique, Trift. Roche verte schisteuse finement grenue. Macroscopiquement on peut seulement diagnostiquer la muscovite qui imprégné un éclat soyeux aux plans de décollement.

S.L.M. La roche est constituée principalement par une amphibole bleue verdâtre accompagnée de beaucoup de muscovite et de grains d'épidote. On trouve encore la chlorite vert pâle et du grenat, puis finalement comme minéral intersticiel de faibles quantités de quartz et de feldspath. Comme minéral accessoire on rencontre de l'oligiste du sphène et du leucoxène. Les caractères des minéraux sont les suivants:

Amphibole ng est à 19° de l'arrête prismatique, ng — np = 0,023, nm — np = 0,014 (bisectrice optuse), ng — nm = 0,009, angle des axes $2V = \text{tg. } \sqrt{\frac{9}{14}} = 83^\circ 50'$. Polychroisme normal dans les tons bleu vert.

Muscovite ng — np = 0,034, extinction droite allongement (+), 2V faible (elle tend vers la sericite).

Epidote ng — np = 0,032, E à 3° de ph¹ aigu. Sections généralement zonées avec noyau plus biréfringant et périphérique, dont la biréfringence peut baisser à 0,025. Feldspaths non déterminables mais probablement albitiques.

Structure: Granoblastique.

No 31. H. Calcaire métamorphique, Trift. Roche à grains grossiers rudes au toucher et à cassure franche. Comme éléments macroscopiques nous distinguons la pyrite (grains brillants), la chlorite amorphe et des sections blanches étirées probablement calcite.

S.L.M. Calcite. Le minéral est largement représenté. Il se trouve en amas mosaïquiformes, en sections isolées et en sections prismatiques de grandes dimensions. Sur certaines plages on remarque trois clivages se recoupant sous un angle de 120° ; d'autres nous donnent des clivages rhomboédriques parallèles à (1011) parfait, enfin on constate des mâcles polymorphes fréquentes et qui ont été décrites antérieurement: uniaxe (—), $2V = 0$, ng — np = 0,17.

Muscovite sections mâclées. Teintes de polarisation du quatrième ordre, elle passe fréquemment à la sericite par diminution de biréfringence ng — np = 0,034, 2V faible. Les cristaux de muscovite sont souvent fortement ployés.

β -zoisite sections prismatiques et gros grains avec dispersion relativement faible.

Amphibole, plages plutôt trapues montrant un angle d'extinction de $ng - np = 0,023$. Polychroisme faible, se fait dans les tons bleu vert. Il s'agit donc d'une variété de la série actinote-hornblende. D'autre part on rencontre l'amphibole en nombreux petits prismes.

Trémolite aspect filandreux disposé en escalier de relief et biréfringence faibles.

Pyroxène ordinaire grandes sections arrondies et prismes sans terminaison distincte. Indice élevé 1,65 incolore biaxe ($-$), $2V$ moyen extinction droite. Teinte de polarisation gris de premier ordre $ng - np = 0,014$.

La pyrite se trouve en grains et petites plages arrondies. Au milieu d'une masse grisâtre de décomposition formée par l'argile plus ou moins riche en produits ferrugineux et accompagnée de grains microscopiques de zoisite se trouvent des lambeaux de sections de pyroxène dont l'une parallèle à $ng - np$ donne un angle d'extinction de 40° et une biréfringence $ng - np = 0,022$.

Le sphène est abondant et présente les caractères habituels. On le trouve en sections prismatiques ou en fuseaux présentant d'autre part les mâcles caractéristiques selon h^1 . Certaines régions de la coupe montrent le développement de la chlorite en fibres à allongement ($-$), signe positif, $ng - np = 0,003$ (ripidolite).

Quartz extinctions onduleuses.

Feldspath quelques sections à contours elliptiques généralement non mâclées.

Conclusions générales.

Notre but en entreprenant le précédent travail a été non seulement de déterminer la nature pétrographique des divers roches basiques que l'on rencontre dans la zone des nappes Penniques, mais encore de mettre tout particulièrement en évidence l'importance de la pétrographie comme moyen de contrôle et même de rectification des théories tectoniques :

Il est évident que si l'on considère des formations en place, la nature pétrographique des roches peut, dans un espace relativement restreint, varier d'une façon notable, mais généralement d'une manière bien déterminée selon les conditions génér-

tiques. Lorsque l'on examine les éléments pétrographiques constituant une même nappe ou un groupe de nappes, il est évidemment nécessaire de tenir compte de ce facteur hétérogène primair. (Comme il est naturellement nécessaire de le faire pour les roches sédimentaires.) Le dit caractère hétérogène est dans le cas, qui nous occupe considérablement accentué par suite d'une part, de l'étirement extrême des zones pétrographiques initiales, d'autre part par la possibilité de ruptures au cours du déferlement des nappes, ruptures amenant des contacts mécaniques anormaux entre des roches initialement séparées par de puissantes formations. Nous estimons donc qu'il est indispensable d'étayer toute théorie tectonique sur des preuves pétrographiques et ceci en cherchant en premier lieu à mettre en évidence les caractères communs, l'air de famille des diverses formations appartenant à une même nappe.

Cette étude pétrographique se trouve compliquée par l'intervention de plusieurs facteurs, que nous grouperons en deux catégories:

1° Les facteurs métamorphiques: Métamorphisme chimique et dynamométamorphisme, qui au cours de l'enfouissement des sédiments dans les géosynclinaux, au cours du plissement et même au cours du déferlement des nappes ont plus ou moins modifié la composition minéralogique initiale. L'intensité de cette modification dépend non seulement de l'intensité des agents du métamorphisme, mais encore de la composition chimique et minéralogique, qui donne plus ou moins de prise aux dits agents.

2° Les agents mécaniques; ceux ci provoquent une exagération de la structure rubannée ou même une schistosité de pression.

Ils provoquent donc comme les précédents une structure hétérogène sans qu'il y ait récristallisation.

3° Les agents chimiques contemporains de la mise en place des roches.

Parmis ceux-ci nous avons le lessivage par les eaux thermales, qui suivant les conditions locales et la composition de la roche pourra enlever les alcalis ou la silice, ou au contraire enlever les éléments calcaires.

Par ce transport de matériaux prendront ainsi naissance des amas de calcite notamment, se formera la chlorite au dépens de la biotite etc. Cependant la transformation de la bio-

tite en chlorite et surtout l'ouralitisation du pyroxène, l'albitisation des plagioclases et la serpentinisation de l'olivine, pourront appartenir non seulement à cette période, qui a suivi la stabilisation, mais aussi à la période de déferlement des nappes et même à la période du métamorphisme dans les géosynclinaux.

Ce troisième groupe d'agents de transformation, qui en plusieurs points se confond avec le groupe des agents de métamorphisme général, peut cependant se distinguer de ces derniers par la localisation de leur action dans certaines régions limitées, par exemple dans le voisinage de lignes de fractures, qui ont favorisé la circulation hydrothermale.

L'étude des serpentines nous a permis de mettre en évidence deux types principaux; d'une part les serpentines provenant du Geisspfad et du sommet du Gornergrat, d'autre part les serpentines de la région Mischabel-Monte-Rosa et de la Riffelalp. Les serpentines du premier groupe dérivent de roches de la série Harzbourgite-picrite comme on peut le constater aisément par la présence du pyroxène monoclinique accompagné d'un peu de pyroxène rhombique et d'actinote en longs prismes (Geisspfad), ainsi que de talc en amas rappelant par leur forme les cristaux de trémolite. L'olivine elle-même est parfois assez fraîche, et la présence du pyroxène abondant donne même des termes que lon peut diagnostiquer comme pyroxénolites à olivine. On trouve également des chloritoschistes avec ou sans actinote, dont la chlorite, comme l'amphibole du reste, provient d'un pyroxène alumineux primaire, eventuellement avec fixation d'alumine libérée par la décomposition des autres minéraux. La même série, incomplète, cependant se retrouve dans la région du Simplon, où elle est en grande partie recouverte par une masse gneissique venant du Sud; masse gneissique ayant fortement écrasé et laminé les roches basiques ce qui se traduit dans la serpentine par le caractère esquilleux de l'actinote.

Les serpentines du sommet du Gornergrat sont très analogues aux précédentes et proviennent également de roches de la série picrites Harzbourgites.

La seconde zone serpentineuse est rencontrée aux Mischabel et à la Riffelalp. Les caractères diffèrent de ceux qui viennent d'être indiqués en ce sens que la présence du pyroxène semble exceptionnelle et que le magma initial de ces roches est nettement périclinal. C'est donc dans les roches

serpentineuses de ces régions, chez lesquelles on ne trouve généralement ni résidus de pyroxènes, ni actinote, ni chlorite, que l'on pourrait, si le métamorphisme n'avait été si intense, retrouver de véritables Dunites et non pas dans la région du Geisspfad.

Les prasinites accompagnent régulièrement les serpentines des deux zones et peuvent être logiquement définies comme composées par tous les minéraux secondaires de roches pyroxéniques. On y trouve en effet l'amphibole en cristaux plus ou moins trapus ou esquilleux, selon l'action dynamique, la chlorite pouvant provenir d'un mica ou plus rationnellement d'un pyroxène avec fixation d'alumine.

Les epidotes (zoisite) provenant conséutivement avec l'albite d'un plagioclase primaire et même le quartz, qui peut être libéré par le processus de l'albitisation. — Cette albitisation présente des caractères d'une constance remarquable, notamment en ce qui concerne la composition du plagioclaise (comprise entre 2 et 10 % d'anorthite et non pas de 30 à 40 % comme on pourrait facilement le croire par une inversion des signes dans l'étude des sections [Snp] en particulier). Et il est facile, par un simple calcul, de se rendre compte, que la formation d'albite et d'épidote à partir d'un plagioclase moyen comme le labrador entraîne la mise en liberté de silice, qui sous forme de quartz pourra rester dans la roche, ou être concentrée en certaines zones, ou même encore être transportée par les solutions siliceuses à d'assez grandes distances et former alors des amas quartziteux.

La calcite est aussi un élément important des prasinites. Elle provient de la décomposition des éléments feldspathiques et pyroxéniques et est parfois si abondante que l'on croirait avoir affaire à un simple calcaire silicaté et même un cipolin.

La présence du quartz comme celle de la calcite ne correspond donc qu'à des variantes des prasinites, lesquelles doivent être définies par l'association en quantités extrêmement variables de la chlorite, de l'amphibole et de l'albite. L'un de ces éléments pouvant manquer ou être seul existant et les prasinites passent ainsi aux actinolites, et amphibolites, épidotites, chloritoschistes, calcaires silicatés et même aux talc-schistes, le talc provenant de la décomposition d'une amphibole pauvre en fer.

Il serait insensé de vouloir établir pour ces roches une définition plus restreinte lorsque dans une même coupe à quelques milimètres de distance on trouve plusieurs des types extrêmes, qui viennent d'être indiqués. Si la disposition relative de ces types était toujours parallèle, on pourrait interpréter ce phénomène comme étant dû à un étirement extrême de roches distinctes mais voisines; mais ceci n'est pas le cas, car ces divers faciès de prasinites sont le plus souvent irrégulièrement groupés. Il s'agit donc bien d'un mode de décomposition d'un même type de roche avec regroupement dans l'espace plus ou moins hétérogène des minéraux secondaires. L'analyse chimique des prasinites permet de conclure que les roches initiales sont des gabbros, gabbros-norites, gabbros à olivine, avec cependant un appauvrissement en alcalis, résultant très certainement d'une action hydrothermale. — Ces roches gabroïques devaient être au début en liaison intime avec les roches périclithiques ayant donné naissance aux serpentines.

Ce qui se présente en petit, sur les coupes minces se présente également sur le terrain; et nous croyons ainsi qu'une étude pétrographique très précise, accompagnée d'une connaissance exacte des conditions du métamorphisme, devra mettre le géologue en garde contre une interprétation trop complexe des plissements et mouvements tectoniques, qui ne lui servent qu'à permettre la concordance de soidisants horizons pétrographiques qui ne sont autre, que des amas locaux plus ou moins déformés de minéraux de métamorphisme.

Notre étude des prasinites et des serpentines nous a permis ainsi de préciser leur origine commune, et d'autre part nous remarquons sur le terrain, que dans la région du Geisspfad les prasinites se trouvent au N. des serpentines ainsi que dans la région du Simplon. Au N. des prasinites du Geisspfad se trouvent des Gneiss avec intercalations de roches basiques, intercalations pouvant être expliquées par la présence de roches basiques supérieures décapées par l'érosion. Et il nous semble logique d'admettre que ces mêmes roches basiques supérieures se retrouvent dans la région des Mischabel où inversément au Geisspfad, les serpentines sont au N. des prasinites. Cette deuxième zone serpentineuse à caractère franchement périclithique ne serait donc indiquée que par des vestiges dans la région située au N. de la vallée de Binn. Elle se retrouve au Mischabel fortement écrasée et en partie recouverte par une nappe gneissique supérieure, et à la Riffelalp montre des

caractères analogues. La disposition relative des prasinites et des serpentines dans ces deux zones permettent de conclure finalement, en les interprétant comme provenant de roches gabbroïques, et de roches périclinales, à l'existence dans la zone du Piémont de deux anticlinaux formés avant le déferlement des nappes. L'anticlinal du N. moins conséquent n'a amené, dans la région du Geisspfad et du Simplon, que des roches gabbroïques (prasinites) et des roches immédiatement supérieures de la série picrites-Harzburgites. (Serpentines du premier type.)

L'anticlinal situé plus au Sud et plus conséquent que le précédent, amenant ainsi près de la surface des roches plus basiques, a après le déferlement des nappes contribué à amener dans la zone Mischabel-Riffelalp des roches nettement périclinales, plus profondes que celles qui ont donné naissance à la première série des serpentines.

Nos déductions nous semblent logiques si l'on considère les nappes successives provenant de régions toujours plus au sud et déferlant les unes sur les autres.

Les deux zones serpentineuses que notre étude pétrographique a mises en évidence, constituent les têtes des nappes, qui plongent dans les formations sédimentaires de la couverture.

Si l'on envisage les pylômes granitiques constitués par les régions du St. Gotthard, du massif de l'Aar, du Mt. Blanc, des Aiguilles-Rouges et du Pelvoux, on comprend aisément qu'une poussée venue de l'E-SE et buttant contre l'arc résistant disposé en cul de sac ait produit tout d'abord le plissement du fond du géosynclinal, plissement moins intense près de la barrière résistante et ainsi une série d'anticlinaux, qui par continuation de la dite poussée sont venus successivement déferler par dessus la barrière granitique. Cette poussée a même pu produire par l'intensité de son action, et ceci surtout dans la région où la barrière était perpendiculaire sur la direction de la poussée, un déplacement de la dite barrière (Mont-Blanc). Finalement le plissement et surtout le déplacement ont été si intenses dans la région médiane du cul de sac et probablement non compensés par un apport de magma, qu'il en est ainsi résulté un effondrement, lequel a donné naissance à la dépression Lombarde. Au sud de celle-ci les couches fortement inclinées correspondent ainsi au flanc normal des nappes les plus supérieures, qui ont déferlé sur l'Arc Alpin. Cette effondrement a

évidemment provoqué des fractures, ayant amené au jour des roches volcaniques dont nous retrouvons les témoins à la bordure de la zone alpine et à la limite de la dépression Lombarde: Porphyres de Lugano, d'Arona, de Borgo-Manero, Gattinara et Perosa.

Ce travail a été entrepris d'abord au point de vue pétrographique, et en cherchant à mettre en évidence les caractères communs aux roches basiques des différentes nappes, nous avons été amenés à tirer plusieurs conclusions, qui s'imposaient logiquement à la suite de notre étude. Ces conclusions tectoniques s'accordent dans leurs grandes lignes avec les théories admises actuellement, et d'autre part nous espérons que notre travail ouvrira la voie à des recherches pétrographiques précises, qui s'inspirant non seulement des méthodes pétrographiques proprement dites, mais encore considérant, aussi bien microscopiquement que macroscopiquement les transformations métamorphiques, permettront de fournir un appui sérieux aux théories modernes sur la tectonique, théories qui, nous l'espérons, ne seront plus envisagées d'une façon toute unilatérale, et pour lesquelles on mettra en action toutes les méthodes de travail dont la géologie, la minéralogie chimique et la pétrographie nous permettent de disposer.

Fribourg, Mars 1921.

Tableau

	1	2	3	4	5	6
Si O ₂	41,48	49,18	38,46	53,32	38,12	39,00
Ti O ₂	0,34	1,54	0,07	0,03	0,06	0,05
Al ₂ O ₃	3,18	12,16	9,69	22,26	3,47	11,02
Fe ₂ O ₃	2,01	2,44	2,31	0,90	1,71	1,67
Fe O	6,20	7,23	5,72	1,66	5,97	5,49
Mn O	0,11	0,06	0,04	0,02	0,05	0,05
Mg O	42,61	13,16	32,90	7,10	39,25	30,92
Ca O	0,03	9,87	0,03	11,13	0,08	0,05
Na ₂ O	0,15	0,45	0,03	0,23	0,04	0,02
K ₂ O	1,01	2,46	0,09	0,06	0,14	0,07
H ₂ O	3,20	1,68	10,92	1,16	11,24	11,64
Somme	100,32	100,23	100,28	99,88	100,12	99,98
Rap.						
Si O ₂	35,30	50,27	38,40	56,96	36,66	39,90
Ti O ₂	0,20	1,17	0,05	0,02	0,04	0,03
Al ₂ O ₃	1,63	7,32	5,68	14,02	1,91	6,62
Fe O	5,78	8,03	6,47	3,40	5,87	5,97
Mn O	0,10	0,01	0,03	0,41	0,04	0,04
Mg O	55,67	20,28	49,23	11,28	55,29	47,34
Ca O	0,03	10,83	0,03	12,68	0,08	0,05
Na ₂ O	0,12	0,44	0,03	0,23	0,03	0,03
K ₂ O	0,56	1,60	0,06	1,41	0,08	0,05
Valeurs des						
S	35,5	51,44	38,45	59,98	36,70	39,93
A	0,68	2,04	0,09	1,64	0,11	0,08
C	0,03	5,28	0,03	12,38	0,08	0,05
F	61,55	33,87	55,73	14,69	61,21	53,35
M	0,00	5,55	0,00	0,30	0,00	0,00
T	0,92	0,00	5,56	0,00	1,72	6,49
K	0,53	0,9	0,68	1,20	0,59	0,74
Valeur du						
a	0,25	1,0	0	1	0	0
c	0	2,5	0	8,5	0	0
f	19,75	16,5	20	10,5	20	20

des Analyses.

7	8	9	10	11	12	
46,68	47,48	38,92	50,52	49,40	55,26	Si O ₂
0,36	0,56	0,05	1,36	1,23	0,04	Ti O ₂
24,52	29,86	3,88	17,30	19,60	1,67	Al ₂ O ₃
2,14	2,51	1,23	2,92	2,13	0,05	Fe ₂ O ₃
2,78	4,21	5,89	5,23	8,34	1,85	Fe O
0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,02	Mn O
7,03	3,58	38,32	9,96	5,80	26,04	Mg O
12,61	6,09	0,05	6,16	8,48	13,18	Ca O
0,25	0,41	0,06	0,74	0,68	0,07	Na ₂ O
2,36	2,84	0,26	3,15	3,09	0,23	K ₂ O
0,80	1,88	11,36	2,36	0,80	1,52	H ₂ O
99,57	99,48	100,04	99,75	99,60	100,33	Somme

mol. %

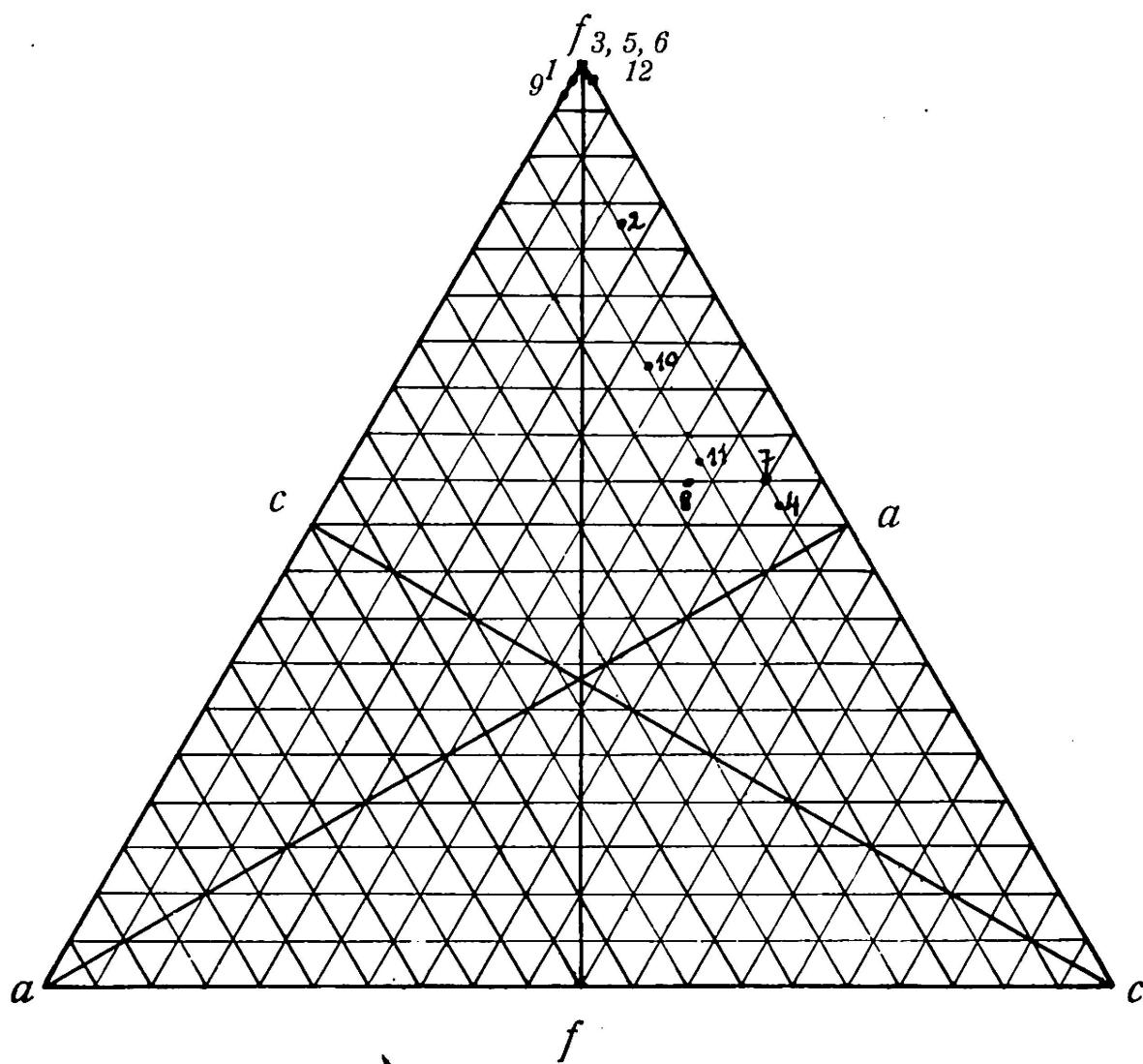
51,37	55,88	37,21	54,58	54,58	49,56	Si O ₂
0,26	0,04	0,03	1,10	1,01	0,02	Ti O ₂
15,87	20,04	2,17	10,97	12,68	0,88	Al ₂ O ₃
4,30	6,33	5,57	7,23	9,38	1,66	Fe O
0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,01	Mn O
11,59	6,30	54,82	16,14	9,57	35,02	Mg O
14,86	7,68	0,04	7,13	9,99	12,64	Ca O
0,26	0,46	0,05	0,77	0,72	0,05	Na ₂ O
1,67	2,13	0,15	2,17	2,16	0,12	K ₂ O

groupes de Grubenmann.

51,63	55,92	37,24	55,68	55,59	49,58	S
1,93	2,59	0,20	2,94	2,88	0,17	A
13,94	7,68	0,04	7,13	9,80	0,71	C
16,85	12,68	60,42	23,41	19,18	48,62	F
0,92	0,00	0,00	0,00	0,19	11,93	M
0,00	9,77	1,93	0,90	0,00	0,00	T
0,91	1,30	0,60	1,00	0,90	0,97	K

triangle d'Osann.

1	2,5	0,5	2	2	0	a
8	6,5	0	4,5	6,5	0,25	c
11	11	19,5	13,5	11,5	19,75	f



- Coupe 1 = No 277. Péridotite chloriteuse. Schwarzhorn paroi N, alt. 2780 m.
 - 2 = - 267. Prasinite amphibolique. Messernbach, descente du II. lac près de la paroi, alt. 2380 m.
 - 3 = - 284. Serpentine. Hübschhorn, Simplon, paroi N, alt. 2750—2800 m.
 - 4 = - 248. Prasinite porphyroblastique. Col de l'Allalin, un peu en dessous de l'Allalinhorn, alt. 3810 m.
 - 5 = - 240. Serpentine. Allalinhorn, alt. 4034 m.
 - 6 = - 256. Serpentine. Feekopf, alt. 3870 m.
 - 7 = - 12. Prasinite.
 - 8 = - 11. Gneiss feldspathique grenatifère. } Gornergrat arrête E-W,
 - 9 = - 8A. Serpentine schisteuse. Gornergrat, arrête E-W, alt. 3210 m.
 - 10 = - 157. Prasinite schisteuse riche en zoisite. Ligne du Gornergrat km 13, alt. 1700 m.
 - 11 = - 238. Prasinite écrasée. Heidentriedhof, alt. 2600 m (Mischabel).
 - 12 = - 219. Amiante. Gandegg, Auf der Mauer, alt. 2620 m.

Microphtographies et explications.

I

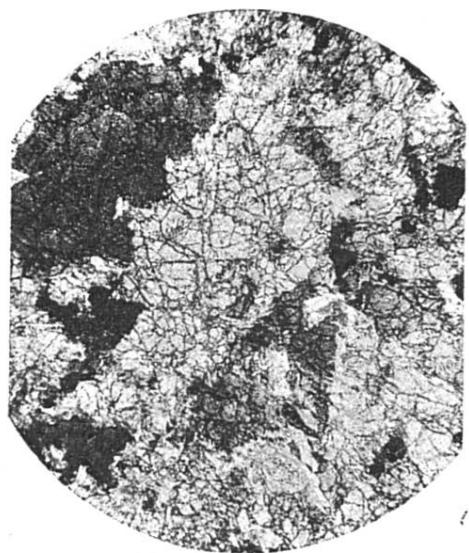


Fig. 1.
Gross. 45 \times

Fig. 2.
Gross. 50 \times

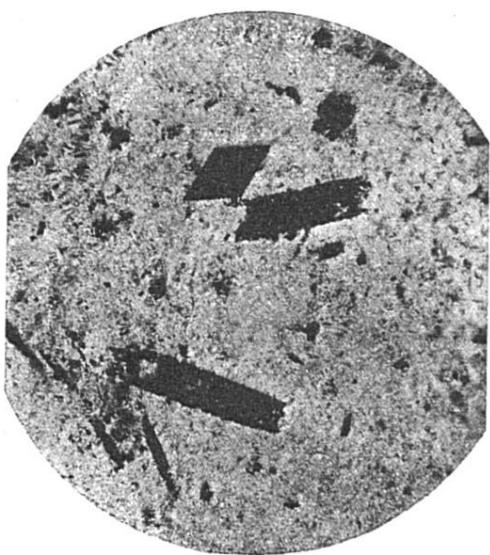


Fig. 3.
Gross. 50 \times

Fig. 4.
Gross. 55 \times

Fig. 1. No.277, pag. 224. Péridotite chloriteuse à Amphibole, Schwarzhorn.

La Roche dans sa presque totalité est constituée par l'olivine très fraiche et largement développée. A côté de l'olivine on observe, à part un peu d'antigorité, quelques régions assez riches en amphibole du groupe de la trémolite, elle même associée à de petites quantités de chlorite de biréfringence extrêmement faible.

Fig. 2. No 231, pag. 224. Pyroxénolite à olivine, Arrête du Schwarzhorn.

La roche se montre constituée par du pyroxène abondant. Il est développé en grains plus ou moins arrondis de grandeurs variables et montre parfois la transformation en amphibole. — L'amphibole est également assez bien développée et à caractères normaux. Suivant les régions de la coupe on trouve de l'olivine en quantités variables; puis de l'Antigorite à structure fibrolamellaire.

Fig. 3. No 266, pag. 225. Péridotite, Monticule sur Zusee, Binn.

La roche est formée par un fond sombre composé d'Antigorite et de bastite. Englobé par ces deux minéraux on trouve quelques résidus granuleux d'olivine, ainsi que des cristaux bien formés rappelant par leur contours les amphiboles. La richesse en fer de ces cristaux permet de conclure à l'existence d'une hornblende périphérique, qui semble du reste en relation avec quelques résidus assez rares, d'un pyroxène primaire.

Fig. 4. No 248 bis, pag. 239. Prasinite porphyroblastique écrasée, provenant d'une roche porphyrique gabbroïque à deux temps, Col de l'Allalin en dessous du Horn.

La roche montre des nodules largement cristallisées d'apparence de porphyroblastes dans lesquelles on peut distinguer de l'actinote-hornblende en sections trapues associées à de la muscovite et un peu de grenat. Plusieurs sections montrent nettement les caractères d'un pyroxène qui a probablement donné naissance aux minéraux ci-dessus. La masse formant le fond de la roche est crypto-cristalline. Elle se montre constituée par de nombreuses aiguilles, petits prismes et grains d'actinote, de la chlorite et de la zoisite. A ces minéraux se trouve associé du feldspath du type albitique.

Fig. 5. No 245, pag. 242. Chloritoschiste à Lawsonite, près du Col de l'Allalin.

La roche montre quelques grands cristaux d'épidote avec allongement marqué et zones d'accroissement. Ces cristaux sont noyés dans une masse constituée par des grains arrondis de chlorite moulés par de la lawsonite. Ces grains sont formés soit d'un seul cristal à allure hexagonale, ou bien ils sont formés de fibres groupées, soit parallèlement, soit en sphérolites. Le centre de ces sphérolites est souvent occupé par un cristal de lawsonite.

Fig. 6. No 265, pag. 245. Actinolite, Rothengrat, Taeschalpen.

Une amphibole très fraîche et étirée en longues aiguilles constitue entièrement la roche.

Fig. 7. No 2, pag. 254. Schiste calcaire, Gornergrat arête.

Calcite grandes plages et grains. Les sections de quartz n'ont pas de contours bien limités, elles sont arrondies et montrent des extinctions onduleuses. Muscovite quelques sections normales. La chlorite se rencontre en quelques grandes plages et a son habitus connu.

Fig. 8. No 1, pag. 254. Serpentine avec schistosité de pression.
Arête du Gornergrat.

On observe des cristaux à apparence rhombique transformés en grandes plages de bastite, laquelle est plus ou moins mélangée à de la magnétite, calcite et délessite.

II

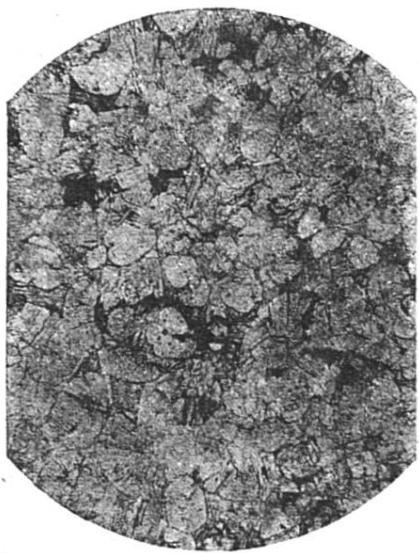


Fig. 5.
Gross. 60 ×



Fig. 6.
Gross. 45 ×

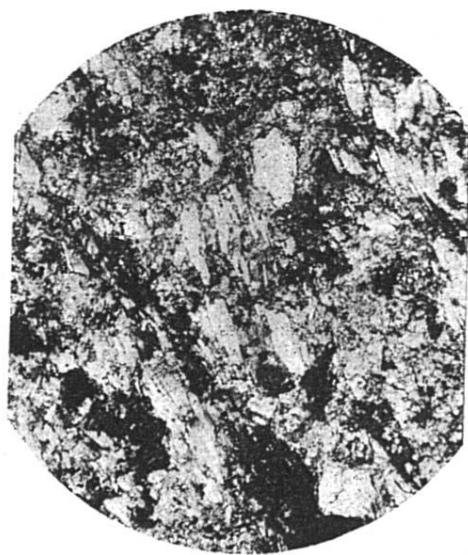


Fig. 7.
Gross. 45 ×

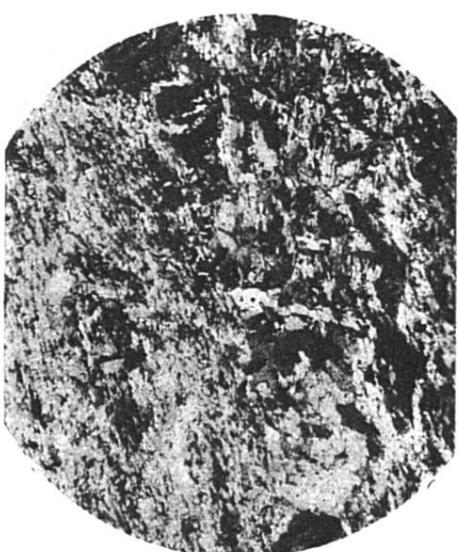


Fig. 8.
Gross. 50 ×

III



Fig. 9.
Gross. 45 ×

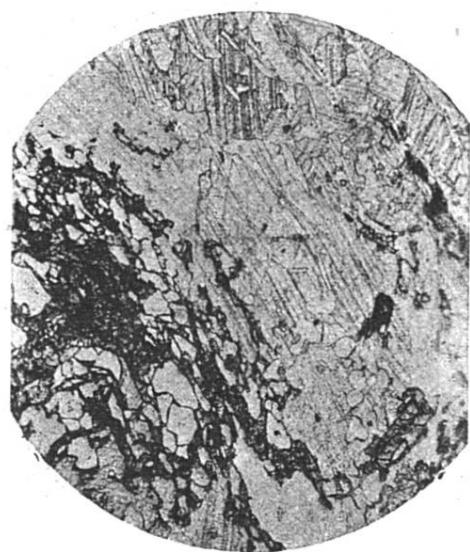


Fig. 10.
Gross. 45 ×

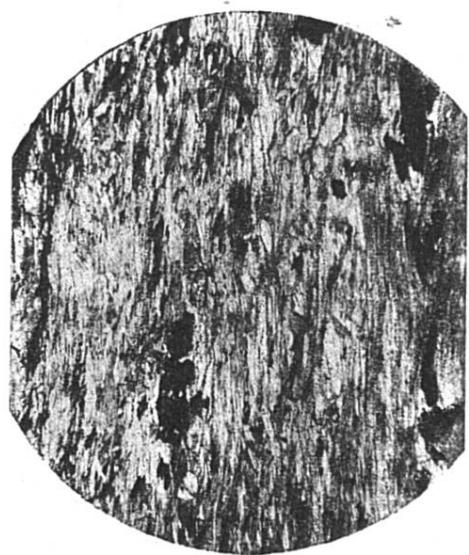


Fig. 11.
Gross. 50 ×

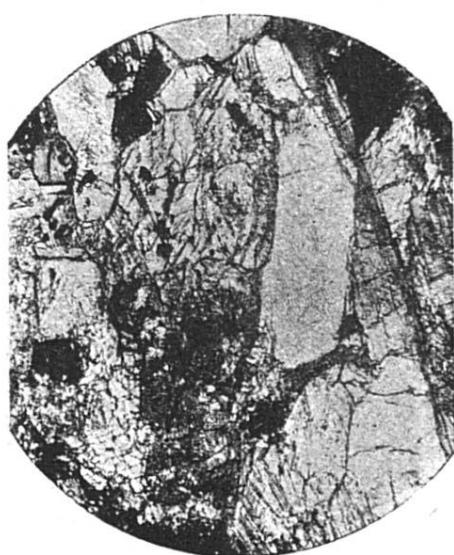


Fig. 12.
Gross. 45 ×

Fig. 9. No 156, pag. 259. Prasinite d'origine gabbroïque,
Ligne du Gornergrat.

La roche est formée par de l'amphibole de mêmes caractères que dans le 153. L'amphibole est cependant localisée dans une région seule de la coupe. Ici elle montre comme dans le 153 des résidus de pyroxène disposés dans la partie centrale des sections, pyroxène qui a donné naissance à l'amphibole par ouralitisation et développement de ce dernier minéral parallèlement aux clivages ce, qui explique la disposition des dits résidus dans l'amphibole. — La présence d'une grande quantité de zoisite d'une part et du feldspath d'albitisation d'autre part nous montre ainsi les produits de décomposition d'un plagioclase riche en anorthite.

Fig. 10. No 144, pag. 261. Cipolin à epidote, Ligne du Gornergrat.

La roche est analogue au 143, mais plus riche en muscovite; elle présente également passablement de grains et de prismes courts de zoisite moulant le quartz et un peu d'épidote en petits grains. La zoisite se présente en prismes allongés selon nm et en amas moulant parfois les autres minéraux.

Fig. 11. No 141, pag. 262. Chlorite-schiste à Sphène,
Ligne du Gornergrat.

Le clinochlore forme l'élément de beaucoup prédominant. Parallèlement aux cassures transversales à la schistosité on observe le développement de petites quantités de chlorite. On rencontre encore un peu de calcite et quelques grains de β zoisite, puis de la magnétite et du sphène abondant en fuseaux.

Fig. 12. No 8, pag. 272. Calcaire métamorphique à tourmaline,
Lac Noir.

La tourmaline est largement représentée. Les sections perpendiculaires à l'axe optique sont, soit triangulaires ou hexagouales avec trois côtés inégalement développés. — La muscovite est distribué irrégulièrement dans toute la coupe et a un habitus prismatique. La calcite se trouve parfois développée en grandes plages plus ou moins idiomorphes riches en inclusions ferrugineuses et à plus fort relief encore des sections, qui pourraient probablement être envisagées comme sidérose en voie de transformation en limonite.

Fig. 13. No 138, pag. 274. Prasinite mélancrate, Furggbach.

La roche est constituée par de la calcite riche en inclusions ferrugineuses (sidérose) associée à de grandes quantités d'actinote spécialement localisée en certaines régions de la coupe. Le calcite en grandes plages contient de nombreux grains d'épidote. On trouve également des quantités assez notables de sphène, de grandes plages d'oligiste et un peu de magnétite. Le grenat est abondant et réparti dans tous les autres minéraux et de préférence en petits grains. Des sections de feldspath (albite) sont rares et presque toujours sans clivages nets.

Fig. 14. No 125, pag. 276. Pyroxénolite, Furggbach.

La roche est constituée presque exclusivement par un pyroxène (Variété Diallage) montrant nettement les clivages m et h^1 ; mâcles sur h^1 fréquentes.

Fig. 15. No 64, pag. 282. Prasinite-Trift.

Cette roche se rattache aux types 54, 61 et présente par contre une schistosite marquée. Certaines strates sont formées en grande partie de calcite associée à de la muscovite (voir cipolins), un peu de ripidolite et de quartz; d'autres par contre montrent des grains de feldspath présentant des clivages nets et quelques larges lamelles de mâcles non répétées ainsi que des grains de quartz. L'épidote est très abondante. Elle est légèrement zonée. La magnétite est abondante en cristaux cubiques.

Fig. 16. No 54, pag. 284. Prasinite à gros grains Trift.

Le feldspath est peu macle mais montre nettement les traces des plans de clivages et des cassures. Les interstices entre les feldspaths sont remplis par de la chlorite, ou par la calcite. L'épidote est abondante et développée en tout petits grains ainsi qu'en grandes sections à contours nets. Sphène abondant (formes en fuseaux).

IV



Fig. 13.
Gross. 40 \times



Fig. 14.
Gross. 45 \times



Fig. 15.
Gross. 55 \times

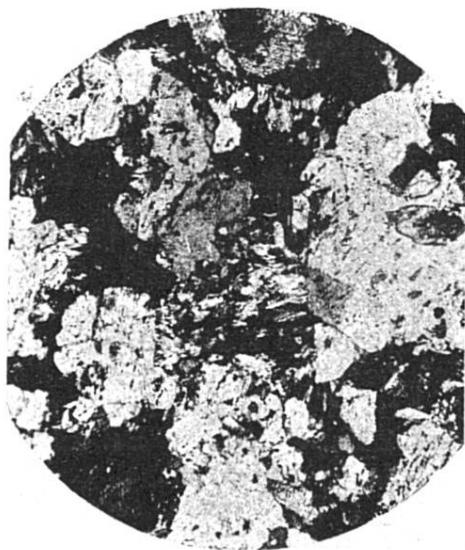


Fig. 16.
Gross. 45 \times

Liste Bibliographique.

- Argand Emile, Sur la tectonique du massif de la Dent-Blanche. Compte-rendu, académie des Sciences. 26. II. 1906.
- Argand Emile, L'exploration géologique des Alpes Penniques Centrales. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Tom. XLV. 1909.
- Argand Emile, Les nappes de recouvrement des Alpes Penniques et leurs prolongements structuraux. Matériel de la carte géologique de la Suisse, nouvelle série, livraison XXXI. 1911.
- Argand Emile, Sur la répartition des roches vertes mésozoïques dans les Alpes Penniques avant la formation des grands plis couchés. Bulletin Soc. Vaud. Sc. Nat. Tom. XLVII, p. 19—22.
- Argand Emile, Sur l'arc des Alpes Occidentales: Eclogae Geol. Helv. Tom. XIV, p. 146. 1916.
- Argand Emile, Carte géol. du massif de la Dent Blanche, échelle 1 : 50 000, matériel, carte géol. de la Suisse, nouvelle série, livraison XXIII, carte spéciale N° 52. 1908.
- Argand Emile, Compt-rendu de l'excursion de la Soc. géol. Suisse à Zermatt. Eclogae geol. Helv. Tom. XIV, p. 192. 1906.
- Brun A., Roche à Péricot d'Arolla et ses dérivés: archives. Sc. Phys. et Nat. Genève IIIe période, Tom. XXVII. Mars 1892.
- Brun A., Note sur les Gabbros d'Arolla. Ibid. Tom. XXXII. Juillet 1894.
- Brun A., Péricotites et Gabbros du Matterhorn. Ibid. IVe période Tom. XII. 1898.
- Desbuisson L., La Vallée du Binn.
- Duparc Louis, Note sur les roches éruptives basiques et sur les amphibolites de la chaîne de Belledone. Bull. service, carte, géol., France, T. 13, N° 55.
- Duparc et Mrazec, Note sur les roches amphiboliques du Mt. Blanc. Arch. Sc. Phys. et Nat. Genève IIIe période Tom. 30, p. 197.
- Duparc et Pearce, Nouveau groupe d'Amphiboles. Arch. sc. nat. phys. IVe période T. 16. 1903.
- Duparc et Hornung, De l'auralitisation. idem. Tom. 18, p. 413. 1904.
- Duparc et Piccinelli, Sur la serpentine du Geisspfad-see dans la vallée de Binn. Mémoire Sc. Phys. et Nat. Genève 1890—91. Tom. 31, 1ère partie. Arch. Sc. phys. et nat. IIIe période, Tom. XXIII, p. 351.
- Franchi S., Notizie sopra alcune metamorfosi di Eufotidi, e Diabasi nelle Alpi occidentali. Bullet. Comit. Géol. d'Italia 1895. p. 181.
- Franchi S., Prasiniti et amphiboliti sodiche proveniente dalle metamorfosi di rocce diabasiche etc. ibidem. 1896. p. 172.
- Franchi S., Sull'età mesozoica della zona della piètre verdi nelle Alpi occidentali. ibidem. 1898. p. 352, p. 125.
- Franchi S., Contribuzione allo studio delle rocce à Glaucofane et del metamorfismo onde ebbero origine nella regione ligure Alpina occidentale. Ibid. 1902, p. 255. Remarque: Dans le travail ci-dessus (Comit. géol. d'Italia 1895) on trouve un abrégé et la liste des travaux de Franchi.

- Gerlach H., Die Penninischen Alpen. Beitrag zur geologischen Karte der Schweiz. Alte Folge. Lieferung XXVII. 1883.
- Gerlach H., Das südwestliche Wallis. Ibid. Lief. IX. 1871.
- Gerlach H., die Penninischen Alpen.
- Grubenmann Ulrich und Hezner, Zusammenstellung über die von 1900 bis 1905 im Mineralogischen und Petrographischen Institut der E. T. H. ausgeführten chemischen Gesteins- und Mineralanalysen Zürich 1916.
- Heim Albert, Untersuchung über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluß an die geologische Monographie der Tödi-Windgällengruppe.
- Hintze, Handbuch der Mineralogie I—IV.
- Hermann F., Recherches géologiques dans la partie septentrionale des Alpes Pennines. Lyon 1913.
- Lacroix, Minéralogie de la France et des Colonies. Paris 1893—1913.
- Klockmann F., Lehrbuch der Mineralogie. Ferd. Enke. Stuttgart 1912.
- Doepler, Physikalisch-Chemische Mineralogie. Band II. Leipzig 1905.
- Apparent J. de., Les enclaves du granite du Mont Haya en pays Basque. Bull. Soc. minéralogique de France, Mai, Juin 1913.
- Lugeron Maurice, La fenêtre de St. Nicolas. Bullet. Soc. Vaud. Sc. Nat. Tom. XLIII, p. 57.
- Lévy Michel, Etude sur la détermination des Feldspaths dans les coupes minces. (I—III.) Fasci. Paris 1894, 1896, 1904.
- Milch, Die Diabasschiefer des Taunus. Zeitschrift der geol. Ges, Tom. XLI. Berlin 1889.
- Niggli Paul, Petrographische Provinzen der Schweiz. Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft. Zürich 1919, p. 179.
- Nikitin W. W., La méthode universelle de Féodoroff. Tom. II. Genève 1914.
- Novarese, Nomenclatura et Systematica delle rocce verdi nelle Alpi occidentali. Bull. R. comit. geol. d'Italia. 1895.
- Osann A., Versuch über eine chemische Klassifikation der eruptiven Gesteine. Tschermaks mineralogischen und petrographischen Mitteilungen Tom. XIX. 1900.
- Osann A., Beiträge zur chemischen Petrographie. Stuttgart 1905. I. und II. Teil.
- Preiswerk, Grünschiefer im Jura und Trias des Simplongebietes. Mat. carte géol. de la Suisse, livraison 26, 1907.
- Preiswerk, Die metamorphen Peridotite und Gabbrogesteine in den Bündnerschiefern zwischen Visp und Brigue. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Basel I. u. V. p. 311.
- Preiswerk, Zur Altersfrage der Gneisse im Simplongebiet. Eclogae, Geol. Helv. 1914—15. p. 27.
- Preiswerk, Der Dunitserpentin am Geißpfad.
- Raisin Caste A., On a horneblende picrit from the Zmutthal. Geol. Magaz. London 1897. Referat Behrens, Neues Jahrbuch der Mineralogie 1898, Bd. II.
- Rosenbusch, Tiefen- und Ganggesteine. Stuttgart 1907. Bd. I—IV.
- Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie I—IV.
- Schaefer R. W., Ueber die métamorphen Gabbrogesteine des Allalingebietes im Wallis. Tschermaks petrograph. u. mineralgo. Mitt. 1895.
- Schmidt Karl, Ueber die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen. Eclogae Helv. I, 9 1907.
- Siegfried, Atlas topographique Suisse 1 : 50 000. Feuilles: 494, 496, 497, 498, 500, 501, 531, 533, 534, 535.

- S mirnoff N., Recherches sur l'Albisation des roches éruptives. Arch. des sc. nat. Tom. 37, N° VI, Juin 1914.
- S tella , Sul rilevamento eseguito in Valle Pô. (Alpe Cozie) nel 1895. Bull. Commit. geol. d'Italia, 1895.
- T ermier P., Les schistes cristallins des Alpes occidentales. Congrès géol. Internat. Vienne 1903. Compte-rendu p. 571.
- W e inschenk E., Grundzüge der Gesteinskunde. 1902. I., II.
- W e inschenk E., Mémoire sur le dynamo-méthamorphisme et la piezo-cristallisation. Congrès géol. international Paris 1900.
- W illiams, Greenstone schists areas of the Nomence and Marquette régions of Michigan U. S. A. Géol. survey N° 68. 1890.
- W inchell, Elements of optical Mineralogie. New York 1909.
- C rubenmann U., Die kristallinen Schiefer; 1er et 2e édition. Berlin 1910.
- S abot, Les Méthodes de Fedoroff. Arch. des Sciences phys. et naturelles. T. XXXV, 1913. p. 5; en collaboration avec L. Duparc.
- S abot, Etude sur la détermination des Feldspaths, mémoire présenté à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève pour l'obtention du Prix Davy.
- S abot R., La Technique de Federoff, Simplification au cours du travail et des Reports. Comptes-rendus de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève. Vol. 37. p. 51. 1920.
- S chnell J. R., Le phénomène de l'Albitisation appliqué aux roches alpines. Bull. de la Soc. Vaudoise des Sciences Nat. 1920.

Table des matières.

	Page
Introduction	215
Méthodes de travail employées	215
Résumé sur la marche des analyses chimiques	216
Géographie et tectonique	217
Localisation tectonique	218
 I. La région de Binn	 220
Le massif basique du Geisspfad	220
Zone Gneissique	222
Monographie des types étudiés	222
 II. Région du Simplon	 280
Les roches basiques et les roches gneissiques au point de vue pétrographique et tectonique	280
Monographie des termes étudiés	281
 III. Région des Mischabel-Monte Rosa	 284
Généralités	234
Les prasinites	234
Les serpentines de la région	236
Monographie des types étudiés	237

IV. Région de Zermatt	246
Zone du Gornergrat	246
Monographie des types étudiés du Gornergrat	247
Region du Gagenhaupt au Riffelhorn	263
Monographie des types étudiés	263
Déductions relatives aux Roches du Gornergrat	265
Zone du Hörnli au Théodule	267
Monographie des roches du Hörnli au Théodule	268
Zone du Trift	280
Monographie des types étudiés	281
Conclusions générales	287
Tableau des Analyses	294
Projections d'après Osann	296
Microphotographies	297
Liste bibliographique	306