Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 15 (1962)
Heft: 1

Artikel: Notice pour une carte géologique de la vallée de Cogne et de quelques autres espaces au sud d'Aoste

Autor: Amstutz, A.

Kapitel: Coupole Grand-Paradis

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738653

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: 15.07.2025

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

Coupole Grand-Paradis

Dans le Paléozoique Grand-Paradis il faut avant tout distinguer ces deux complexes de roches:

1) les migmatites précarbonifères et roches connexes qui occupent la majeure partie de la coupole et qui sont probablement hercyniennes, avec peut-être des restes de cycles antérieurs;

2) les gneiss albitiques dérivant de volcanites permocarbonifères et les roches détritiques connexes, qui ne sont très répandus que sur les bords de la coupole et qui constituent une « couverture postorogénique hercynienne ».

Voyons donc les particularités pétrographiques de ces deux complexes d'une manière générale, puis nous examinerons leurs structures dans le périmètre de la carte et ailleurs dans la coupole.

Complexe migmatitique

Dans les vallées de l'Orco, de la Soana et de la Stura, et sur le flanc septentrional de la coupole, les roches de ce complexe montrent une diaphtorèse alpine faite dans des conditions chevauchant l'épi- et la mésozone. Mais, en se basant sur les types qui ont le moins souffert des cataclases et recristallisations caractérisant cette diaphtorèse, on peut définir comme suit ce que devait être la majeure partie de ces roches (en répétant ici une page parue dans ces Archives en 1951) « des gneiss à phénoblastes idiomorphes d'orthose atteignant fréquemment plusieurs centimètres, répartis dans une masse fondamentale grano-lépidoblastique faite de quartz, plagioclase acide et biotite, avec parfois de l'apatite et du zircon. Par endroits ces roches devaient naturellement tendre à une granitisation encore plus poussée.*

* Par endroits ce métamorphisme allochimique d'anciens sédiments est, en effet, particulièrement accentué; la schistosité des migmatites s'atténue et il apparaît une tendance à l'anatexie. Mais je n'ai pas rencontré en place de pur granite, de granite massif qui puisse vraiment être considéré comme ayant atteint le stade magmatique. Il en existe cependant; car dans les alluvions d'Erfaulet, dans le Valnontey, et parmi les blocs erratiques du Val Soana, j'ai remarqué de véritables granites, correspondant probablement à des pointements de masses qui sont montées diapiriquement à la fin de la tectogénèse hercynienne et qui peuvent bien avoir constitué des foyers magmatiques d'éruptions permocarbonifères, comme les granites de Cuorgne ou les granodiorites des vallées de Cogne, etc.

Selon l'intensité des broyages, laminages, étirements et recristallisations du remaniement alpin, on observe les effets suivants, avec les gradations qu'ils impliquent.

Les phénoblastes d'orthose sont étirés en lentilles de plus en plus allongées, entourées de traînées finement grenues de quartz avec un peu d'orthose broyés. Aux extinctions onduleuses qu'acquiert l'orthose, s'ajoute une certaine microclinisation, d'abord vaguement en quelques plages, puis nettement et dans tout le cristal. Des perthites s'y trouvent aussi. Dans les cataclases accentuées l'orthose est broyée et disséminée parmi le quartz, etc.

Le plagioclase originel est complètement altéré. Dans quelques roches peu diaphtorisées, des amas étirés, à grain très fin, faits de séricite, d'albite et d'épidote, correspondent sans doute à la saussuritisation du plagioclase préexistant, et montrent par la faible proportion d'épidote que ce plag. était peu calcique (oligoclase?). Dans les types plus diaphtorisés, recristallisés, ce sont des traînées de muscovite accompagnée de grains de quartz, d'albite et d'épidote; l'albite recristallisant parfois en cristaux de taille moyenne, généralement maclés, qui prouvent par l'absence de tout broyage qu'il s'agit bien d'albite secondaire.

Le quartz montre naturellement des extinctions onduleuses, puis il est broyé et finalement réduit à des amas généralement lenticulaires de très petits grains, parfois mélangés à des grains d'albite, d'orthose et de muscovite, plus ou moins recristallisés. La biotite originelle subsiste ou est chloritisée, souvent. Du grenat s'y trouve parfois, subsistant vraisemblablement du catagneiss.

Tels sont les caractères essentiels de ces roches dimétamorphiques. Dans la plupart d'entre elles le métamorphisme allochimique, probablement hercynien, paraît avoir diffusé assez uniformément les apports, mélangeant intimement le néosome au paléosome, ne laissant pas subsister de trame, et leur donnant un aspect relativement homogène, dans la mesure naturellement où l'on peut faire abstraction de la diaphtorèse.

Ces migmatites sont plus que probablement hercyniennes. En effet, tant que des déterminations d'âge par radioactivité n'auront pas été faites d'une manière systématique, sans être trop infirmées par la diaphtorèse, on n'en aura pas la preuve, mais il y a dès maintenant, pour attribuer ces roches au cycle hercynien, un critère tellement net, tellement caractéristique, qu'il n'est guère possible de les concevoir raisonnable-

ment dans un cycle orogénique antérieur. Ce critère, c'est l'intensité du volcanisme permocarbonifère, rhyodacitique et dacitique, qui a recouvert d'un vaste manteau ces migmatites et qui est mis en évidence dans les pages qui suivent.

Car, d'une part un volcanisme acide d'une telle importance, typiquement postorogénique, ne pouvait avoir sa source que dans la fusion partielle des parties profondes d'un orogène de grande envergure, et d'autre part une migmatisation telle que celle du Gr.Paradis ne pouvait naître que d'un ultramétamorphisme orogénique impliquant une anatexie au-dessous des migmatites et, partant, des magmas (probablement hybridisés par un peu de sima) qui avaient forcément tendance à monter et à engendrer des éruptions acides (ces éruptions étant, évidemment, subaériennes et une ample érosion ayant eu lieu dès la fin de la tectogénèse hercynienne).

Il serait donc illogique de disjoindre ces deux phénomènes, qui s'expliquent d'une manière parfaite l'un avec l'autre, tandis que leur origine serait pour ainsi dire inexplicable si l'un était conçu sans l'autre, et il faut donc considérer les migmatites GP comme hercyniennes. Elles résultent vraisemblablement du métamorphisme de sédiments *dévoniens ou siluriens* vers la fin de la tectogénèse hercynienne.*

Couverture permocarbonifère

Pendant l'émersion qui a fait suite à la tectogénèse hercynienne, alors que l'érosion agissait sur des zones élevées de l'orogène et les décapait intensément, les magmas granodioritiques engendrés par la fusion partielle du bourrelet infracrustal sont montés diapiriquement au travers des strates susjacentes et se sont vraisemblablement maintenus comme tels à l'intérieur de la croûte terrestre pendant des temps très longs, les parties profondes d'un orogène d'aussi grande envergure ne pouvant se refroidir que très lentement. Et tout au long de leur existence, ces magmas ont évidemment trouvé des exutoires dans les distensions et fissures qu'ont dû continuellement provoquer, dans les parties supérieures de l'orogène, les ajustements isostatiques concomitants de l'érosion.

* Dans son travail sur la *Discordance hercynienne dans la zone pennique et ses conséquences quant à l'histoire géologique des Alpes* (1939) GB. Dal Piaz considère ces roches comme *précambriennes*.

Le volcanisme rhyodacitique et dacitique qui en est résulté, a naturellement dû être très explosif, et dans ces éruptions ce sont sans doute des tufs et ignimbrites (welded tufs) qui ont été fortement prédominants, les laves ne jouant probablement qu'un rôle restreint. Or, des tufs se désagrègent facilement et, dans les conditions continentales qui régnaient là, de multiples formations détritiques (argiles, grès, conglomérats, avec débris végétaux) ont dû naître de cette désagrégation et s'associer intimement à toutes ces éjections volcaniques; tandis que d'autres formations détritiques trouvaient leurs éléments sur le substratum précarbonifère érodé (arkoses, etc.). Ainsi a dû naître, ainsi est né, en même temps que se pénéplainait l'orogène hercynien, tout cet ensemble de formations volcaniques et détritiques permocarbonifères qu'il convient d'appeler « couverture postorogénique hercynienne ».

Dans le Pennique, comment apparaît aujourd'hui cette couverture permocarbonifère, si ce n'est sous la forme des gneiss albitiques à grain fin et des roches associées d'origine détritique (micaschistes, quartzites, avec intercalations conglomératiques ou charbonneuses, graphiteuses) qui subsistent en maints espaces des zones Saint-Bernard, Mont-Rose et Sesia, et qui constituent ici, autour de la coupole Grand-Paradis, l'auréole mentionnée plus haut? Dans ces zones penniques, une gamme de roches comprises entre rhyolites et andésites devait, en effet, se transformer en gneiss albitiques lors du métamorphisme alpin. Car, dans les conditions épi- et mésozonales qui ont prévalu durant ce métamorphisme dans les niveaux où se trouvait cette couverture permocarbonifère, les minéraux originels de telles roches devaient forcément évoluer comme suit.

La sanidine devait donner de la muscovite, de l'albite et du quartz; l'oligoclase ou l'andésine, de l'albite généralement poeciloblastique et de l'épidote, clinozoïsite ou zoïsite; la biotite, la hornblende originelle et l'augite éventuelle, de la chlorite et accessoirement de l'épidote, de la hornblende actinotique ou du glaucophane (celui-ci accaparant le Na et Al de l'albite et autres éléments, et résultant vraisemblablement d'une recristallisation à faible température mais haute pression créée par stress, par compression locale).

Or, ce sont précisément des paragénèses de ce genre que présentent les gneiss albitiques à grain fin en question. Et ce sont aussi des paragénèses tout à fait analogues que présentent certaines masses lenticulaires de gneiss albitiques à structure beaucoup moins fine sinon grossière, qui accompagnent parfois les gneiss albitiques à grain fin précédents

(dans le bas des vallées de Cogne et Valsavaranche, sur les bords de la coupole Grand-Paradis, dans l'Emilius, dans le Val Chisone, etc.) et qui dérivent sans doute de granodiorites subvolcaniques; probablement des apophyses de foyer magmatique ou des cheminées d'appareil volcanique, rabattues et étirées en lentilles par les diastrophismes alpins.

Il s'avère donc que dans le Pennique les volcanites permocarbonifères sont devenues des gneiss à grain fin (gneiss minuti des cartes italiennes) faits de quartz en proportion variable, d'albite généralement poecilo-blastique, et de muscovite, chlorite avec ou sans biotite résiduelle, épidote et/ou clinozoïsite ou zoïsite, sphène, parfois avec hornblende, actinote ou glaucophane, et souvent du grenat. Mais dans ces éruptions les tufs étaient évidemment prédominants et nombre d'entre eux, peu cohérents, ont dû se prêter à des remaniements par les agents atmosphériques (pluies, vents, cours d'eau), s'altérer sur place avec formation d'argile et quartz grenu, ou se mélanger avec des produits éluviaux tels qu'arkoses, sables, boues. D'où, ce qu'on observe souvent dans les gneiss albitiques minuti: des proportions particulièrement grandes de quartz, muscovite et grenat, et des structures rubannées correspondant à des alternances de matériel volcanique et de matériel argilogréseux.

A toutes ces particularités, pour mettre en évidence le caractère volcanique des gneiss albitiques à grain fin, s'ajoute encore ce que montre les gneiss de l'Emilius: des blocs projetés (avec un enfoncement du tuf au point de chute) et des tufs pipernoïdes (faits de cendres et de lambeaux de lave visqueuse tordus pendant la chute); décrits plus loin.

Telle est la façon de voir, basée sur des faits précis et une coordination simple, qui permet de comprendre d'une manière générale l'origine et la grande extension des gneiss albitiques dans les Alpes occidentales (l'albitisation de sédiments dans les alentours de venues basaltiques mésozoïques n'étant presque toujours qu'un phénomène très restreint). Et, partant, telle est la possibilité de retrouver dans les Pennides les équivalents des éruptions permocarbonifères postorogéniques qui les entourent (éruptions des lacs italiens et du Canavese, volcanites glaronaises, quartzporphyres de Courmayeur, andésites du Guil, bésimaudites, etc.).

Cette façon de voir, je l'ai énoncée de 1951 à 1955 * et elle s'est trouvée depuis lors continuellement corroborée par des faits nouveaux.

* Arch.sc. 18 oct. 1951, Arch.sc. déc. 1954, Arch.sc. 20 oct. 1955, CR.Ac.sc. 24 oct. 1955.

Il était opportun, assurément, qu'elle écarte les explications pétrographiques de Bearth, Michel, Vallet et Gysin, etc. pour qui ces gneiss albitiques paléozoïques résultent du métamorphisme allochimique de sédiments, c'est-à-dire de venues métamorphosantes sodiques, alpines ou hercyniennes.

* * *

Voyons maintenant comment sont disposés ces gneiss orthosiques antécarbonifères et ces roches permocarbonifères dans le périmètre de la carte, sur le flanc septentrional de la coupole GP.

Dans le Valsavaranche, entre Maisonasse, la P.Leiser (en dehors mais tout près du bord de la carte) et l'arête Gr.Serz-C.Lauson, les strates paléozoïques plongent en moyenne approx. 30° NNW, avec des ondulations qui créent de grands écarts par rapport à cette orientation générale et ne rendent évidemment celle-ci qu'approximative.

Un peu au N de Maisonasse, des gneiss orthosiques supportent des gneiss albitiques qui sont recouverts à leur tour de schistes lustrés; apparemment sans trias calcaréo-dolomitique entre sl. et gneiss. Peut-être un tel trias n'a-t-il jamais recouvert ces gneiss albitiques-ci, ou peut-être a-t-il disparu par un laminage connexe de l'écaillage qu'implique le gneiss granitique à muscovite, microcline et plagioclase acide, avec très peu de chlorite, grenat, épidote, qui affleure au-dessous de Cleietta, et qui n'est pas une arkose comme on pourrait le supposer à première vue.

De l'autre côté de la Riv.Savara, au-dessus de Buatta, affleurent aussi des gneiss orthosiques recouverts de gneiss albitiques et de schistes lustrés, mais ici il y a un peu de cargneules et calcaires dolomitiques; ce mésozoïque appartenant probablement au synclinal pincé qui traverse vers l'alt.2800 l'arête descendant de la P.Leiser.

Au-dessus de ce synclinal pincé, encore des gneiss orthosiques et des gneiss albitiques, sur l'arête descendant de la P.Leiser, dans le cirque de Leviona, dans le vallon de l'Inferno, et sur l'arête Gr.Serz-P.Tuf; puis tout le mésozoïque Grivola.

Ces derniers gneiss ont servi de base à la théorie de GB. Dal Piaz sur la *Discordance hercynienne dans la zone pennique et ses conséquences quant à l'histoire géologique des Alpes* (1939) mais hélas la discordance qu'ils devraient présenter en ces lieux pour les besoins de cette théorie, n'existe que sur la merveilleuse carte de cet auteur. Il n'y a, en effet, rien de tel entre strates triasiques et gneissiques dans la crête qui descend de la

P.Inferno vers l'W et borde au N le vallon du même nom. Comme le montre ma carte, une bande de gneiss albitiques permocarbonifères se poursuit sans discontinuité entre trias et gneiss orthosiques tout le long de la crête, et se retrouve encore dans les mêmes conditions au N des chalets de Leviona di mezzo, à la base des parois.

Sous le pt.2988 par exemple, cette bande intermédiaire est faite de gneiss albitiques à biotite partiellement chloritisée, muscovite, épidote, grenat, sphène (prob. une roche rhydacitique) et de gneiss albitiques peu quartzeux à hornblende actinotique sodifère, biotite, épidote, grenat, muscovite, sphène, calcite (prob. une roche andésitique). Tandis que sous cette bande, épaisse d'une demi-douzaine de mètres, ce sont des gneiss orthosiques et albitiques à muscovite et biotite un peu chloritisée, les phénoblastes d'orthose étant partiellement microclinisés. Un peu d'arkose au-dessus de ces gneiss; mais pas de quartzite à la base du trias.

Et au N du chalet de Leviona di mezzo, à la base des parois, entre trias et gneiss orthosiques, ce sont: gneiss albitique peu quartzeux à muscovite, biotite chloritisée, clinozoïsite-épidote, actinote, grenat, sphène (prob. une roche andésito-dacitique) et gneiss albitique peu quartzeux, relativement fémique, à biotite chloritisée, épidote, muscovite, grenat, calcite, sphène (prob. une roche andésitique). De même, sur la Costa delle Chaud, à l'alt.2550, entre gneiss orthosique et trias: un gneiss albitique à biotite en voie de chloritisation, muscovite, épidote, sphène, et un peu de hornblende sodique dans l'albite poeciloblastique.

On ne voit là aucune discordance et l'assertion de GB. Dal Piaz, qui sert de base à sa théorie précitée, est donc complètement erronée. Celle-ci est d'ailleurs monumentale par rapport à l'erreur que cet auteur reproche à Novarese en ces parages (Ac.Lincei, 15 janv.1928, p.153).

Au Gran-Serz ce sont des gneiss œillés orthosiques et albitiques, à muscovite et biotite en voie de chloritisation, épidote et grenat, avec un début de microclinisation de l'orthose. Un peu plus au N ils s'enfoncent sous les gneiss albitiques permocarbonifères de la P.Leviona, qui contiennent quelques schistes lustrés du synclinal de l'Inferno et qui s'enfoncent à leur tour sous des gneiss orthosiques analogues aux précédents, recouverts eux-mêmes de gneiss albitiques.

Dans le cirque du Lauson, s'étendent les mêmes strates de gneiss granitiques et de roches permocarbonifères, également inclinées vers N, avec des ondulations. En plus des gneiss albitiques habituels, ex-roches rhyodacitiques ou dacitiques, on y rencontre les roches suivantes.

Gneiss albitique très quartzeux à muscovite, actinote et oxyde de fer, au Gran Vallon; sans doute un grès avec éléments dérivant de volcanites acides. Gneiss albitique à muscovite, biotite et orthose, à 700 m à l'ENE du Ref.Lauson, entre gneiss orthosique et trias; la périphérie des grains d'orthose est tout à fait limpide, recristallisée, mais la partie centrale, légèrement altérée, trouble, est originelle du gneiss granitique dont provient partiellement ce mélange d'arkose et cinérite. Sous le trias de Roccia Gialla, il y a surtout des gneiss albitiques à muscovite, biotite chloritisée, hornblende-actinote, clinozoïsite, grenat et sphène: ex-rhyodacites; mais on a aussi: un gneiss albitique très quartzeux à muscovite, chlorite, grenat, calcite, sphène, qui dérive probablement d'un mélange de sable et d'éléments volcaniques; et une amphibolite peu albitique à hornblende légèrement sodique, épidote, biotite chloritisée, sphène, qui peut être soit une intrusion basaltique alpine, soit un produit de différenciation du magma dacitique. Et au SE du petit lac 2656, dans les gneiss minuti, une lame de gneiss albitique à muscovite, chlorite avec biotite résiduelle, épidote, sphène, à structure beaucoup moins fine, qui paraît avoir été une granodiorite subvolcanique, probablement en une apophyse ou cheminée rabattue et étirée lenticulairement lors des diastrophismes alpins.

Dans le Valnontey, de l'agglomération de maisons qui porte le même nom jusqu'au bivouac Martinotti, tout au fond de la vallée, 6 ou 7 km plus au sud, ce sont surtout des gneiss albitiques permocarbonifères entrelardés de gneiss orthosiques précarbonifères en écailles résultant de subductions cisaillantes faites côte à côte pendant la Première phase tectogène.

La première digitation de gneiss orthosique enserrée entre gneiss albitiques, descend de la P.Inferno, traverse le cirque du Lauson, est subdivisée à La Pascieu par un synclinal permotriasique, passe sous l'agglomération de maisons précitée, et occupe sur l'autre versant de la vallée toute la crête comprise entre la P.Fenilia et la Testa di Moncuc, coupée cependant par la continuation du synclinal permotriasique de la Pascieu.

La deuxième digitation descend du Gran-Serz, passe dans le ravin Gran-Val et au SE du Bec Vallon, traverse le fond de la vallée à l'A. Fiechelin N, monte au Plan della Turnetta et traverse la crête sus-jacente entre la P.Valmiana et le col Granzetta.

Trois autres digitations de gneiss orthosiques sont visibles sur la carte

entre l'A.Valmiana, le bivouac Martinotti et l'A.Money, et ne nécessitent pas de commentaires.

Ces éléments précarbonifères sont essentiellement faits de gneiss fréquemment œillés à orthose souvent microclinisée, albite, biotite plus ou moins chloritisée, muscovite, épidote, grenat, apatite, zircon. Par endroits ils contiennent des enclaves très biotitiques qui dérivent probablement de fragments basaltiques partiellement respectés par l'ichor lors de la migmatisation des strates encaissantes, en raison de leur perméabilité moindre. 300 m à l'W du pont de Valnontey, une lentille aplitique, à orthose légèrement microclinisée, albite maclée, quartz cataclasé, muscovite. Et près du pont de l'Erfaulet, dans les alluvions du torrent, de nombreux blocs d'un granite massif, sans aucune schistosité, souvent avec de grands cristaux maclés d'orthose, montrant SM: quartz broyé, orthose un peu séricitisée, oligoclase en voie de saussuritisation, mais biotite fraîche; probablement un granite d'anatexie, monté diapiriquement à l'intérieur des migmatites, affleurant quelque part au sud de la carte et représentant l'un des foyers magmatiques des éruptions permo-carbonifères.

Les gneiss albitiques minuti, eux, sont faits de quartz en proportion variable, d'albite généralement poeciloblastique, muscovite, biotite plus ou moins chloritisée, épidote et/ou clinozoïsite ou zoïsite, sphène, parfois avec hornblende ou actinote provenant de sa recristallisation, et souvent du grenat. Avec ces gneiss, ex-rhyodacites ou dacites, coexistent des roches dérivant d'arkoses, de grès argileux, de conglomérats, et de mélanges d'éléments cinéritiques et détritiques. Notamment, les roches suivantes. La plupart des gneiss du synclinal de La Pascieu, délimité sur la carte, qui proviennent d'arkoses * et se distinguent par la coexistence de microcline et d'orthose non stressée, par des grains de quartz conservant une forme clastique, ou dépourvus d'extinctions onduleuses grâce à la nature peu cohérente des arkoses, et par la présence de graphite, sporadiquement. Près du Ref.Herbetet, dans les gneiss albitiques, des interstratifications quartziteuses et arkosiques (points noirs sur la carte). Sur le plateau de l'A.Money, des quartzites muscovitiques avec grenat, quelques grains d'albite et un peu de biotite chloritisée, ex-grès

* C'est probablement à ces arkoses que Cornelius attribuait un *aplitische Randfazies* lorsqu'il est allé au Lauson et qu'il considérait les roches granitiques du Grand-Paradis et du Mont-Rose comme alpines (Mit.Geol.Ges.Wien, 1936) suivi dans cette idée par Bearth (Bul.S.Min.Pétr. 1945).

légèrement argileux, dans lesquels se trouvent des lentilles quartzeuses correspondant à des galets étirés de quartz pur, originellement gros comme des pois. Tandis que dans les affleurements qui sont à env. 400 et env. 600 m au SE des chalets de l'A.Money, ce sont des gneiss albitiques très quartzeux, qui résultent probablement de mélanges d'éléments volcaniques et détritiques, et qui contiennent, en dehors mais tout près du bord de la carte, des galets ovoïdes variant de quelques mm à 2 cm, faits de granite aplitique: quartz, orthose légèrement séricitisée, plagioclase acide et traces de chlorite. De même, dans les gneiss albitiques très quartzeux qui sont à 400 m au N du pont de l'Erfaulet, à la base des parois, apparaissent quelques petits galets, étirés, mais ceux-ci ne sont que quartzeux et non granitiques.

De plus, dans ce paléozoïque doivent exister des restes de dykes basaltiques connexes du volcanisme géosynclinal mésozoïque. Le permo-carbonifère de l'Emilius en recèle un certain nombre, on le verra plus loin. Mais ici, dans ce paléozoïque GP, il semble que les diastrophismes alpins ont laminé et ruiné ces racines de venues basaltiques de telle façon qu'il n'en subsiste guère de traces. La lentille ophiolitique de Penna Sengia, au NE du Bec Vallon, est donc d'autant plus intéressante. SM, c'est une prasinite très amphibolique, avec albite, épidote-clinozoïsite, sphène, à structure granoblastique très fine. Elle est notée sur la carte.

A Valeille, ce vallon rectiligne qui s'allonge au sud de Lillaz, on retrouve une grande partie des digitations précédentes, mais avec des irrégularités, de nouvelles subdivisions et des écailles secondaires, qui apparaissent nettement sur la carte et qu'il n'est donc pas nécessaire de décrire avec des mots.

Les gneiss orthosiques sont ici analogues à ceux de Valnontey et Valsavaranche; et les gneiss albitiques à grain fin gardent aussi les mêmes caractères pétrographiques et le même accompagnement de roches détritiques continentales. Je n'ai pas rencontré là de roches méritant une mention particulière, si ce n'est une roche permocarbonifère recueillie à l'E de l'A.Fenilia, qui présente deux lits sur la même coupe et qui est significative à propos d'albitisation régionale allochimique ou d'origine volcanique du plagioclase: d'une part, un gneiss albitique à muscovite, biotite chloritisée, épidote, grenat, sphène; et d'autre part, d'une manière tranchée, un quartzite muscovitique.

Dans le vallon de Bardoney et dans le vallon latéral d'Eaux-rousses, ce sont encore des gneiss granitiques alternant avec des gneiss permo-

carbonifères, en strates plongeant fortement au N ou NNE. Les premiers sont fréquemment œillés et dans leur ensemble ne diffèrent pas de ceux qui s'étendent de Valsavaranche à Valeille. Le faciès des gneiss albitiques à grain fin, ex-volcanites permocarbonifères, ne varie pas non plus; ni l'accompagnement d'arkoses, quartzites et roches mixtes: mélange de matériel cinéritique et de matériel détritique. Ce qui diffère le plus dans le paléozoïque de ce secteur-ci, c'est l'inclinaison des strates, qui est plus forte, au gré des irrégularités du soulèvement GP.

* * *

Voyons maintenant, pour compléter ce qui précède, quelques roches typiques que j'ai recueillies dans les vallées entaillant la coupole GP au sud de la carte.

Dans la vallée de l'Orco, qui traverse la coupole de l'E à l'W, les roches suivantes:

300 m à l'W de Locana. Gneiss albitique à hornblende sodique, muscovite, zoïsite, épidote, grenat, sphène, avec quelques noyaux glaucophaniques dans la hornblende. A l'origine, des dacites permocarbonifères.

1 km à l'W de Locana. Gneiss albitique à muscovite et biotite chloritisée, épidote, sphène et pyrite, avec amas lenticulaires de quartz broyé correspondant aparemment à des galets étirés gros de 1 à 2 cm. A l'origine, un conglomérat à ciment tufacé.

A 1,1 km à l'W de Locana. Gneiss albitique à chlorite, muscovite, épidote, sphène. Probablement une ex-rhyodacite.

A Perebecche, 50 m à l'E du pont sur R.Piantonetto. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, orthose plus ou moins microclinisée et étirée, albite, biotite en voie de chloritisation, muscovite, épidote, apatite, hématite.

A Fornolosa, au bord de la rivière. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, orthose un peu microclinisée, oligoclase-albite maclé, albite secondaire non maclée et poeciloblastique, épidote, muscovite, chlorite avec biotite résiduelle, apatite et oxyde de fer.

A Pra, rive droite de l'Orco, presque en face de Grusiner. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, orthose microclinisée et perthitisée en phénoblastes plus ou moins étirés, muscovite, biotite chloritisée, épidote, grenat.

Au-dessous de Borno, sur la rive droite, à côté du pont. Gneiss diaphtorisé avec tendance vers granite; quartz broyé, orthose microlinisée et

perthitisée, biotite peu chloritisée avec fines inclusions et halos pléochroïques, muscovite, peu d'albite et zoïsite-épidote, apatite.

A 2,2 km de Noasca, 50 m au N de la route, env. 300 m à l'W de Balmarossa di soto, en face de Piani. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, orthose généralement presque intact, ni microclinisé, ni perthitisé, séricite, peu de chlorite et chlorite.

A 4,2 km de Noasca, 30 m avant le tunnel, à côté du S de Scalari sur la carte au 1/100.000. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, orthose plus ou moins microclinisé et perthitisé, biotite presque pas chloritisée, albite secondaire et épidote, apatite.

A Ceresole. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, orthose très onduleuse, parfois microclinisée, broyée et mélangée au quartz, chlorite, clinozoïsite-épidote et albite en petits grains.

A Chiapili di sotto. Gneiss orthosique diaphtorisé, fortement laminé; quartz broyé en traînées, orthose microclinisée, parfois cassée, albite maclée non poecilitique probablement originelle, albite secondaire en grains poecilitiques mélangés au quartz, muscovite, peu de biotite, ni chlorite ni épidote, apatite. Ces gneiss contiennent des enclaves biotitiques qui correspondent probablement à des fragments de basalte morcelé, moins perméables à l'ichor que les strates encaissantes (cf.p.26).

A Chiapili di sopra. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, orthose microclinisée par endroits mais indemne ailleurs, muscovite et biotite chloritisée, albite et épidote.

A l'A.Vacceria et à l'A.Pilocca. Gneiss orthosiques diaphtorisés analogues à ceux de Chiapili di sopra.

Dans les alentours du lac Agnel et du Nivolet, sur le flanc occidental de la coupole, les gneiss albitiques minuti sont analogues à ceux du flanc septentrional.

Au fond du Val Soana et dans le Val Forzo, sur le flanc NE de la coupole, les roches suivantes:

400 m à l'WNW du confluent Forzo-Soana. Gneiss albitiques à biotite plus ou moins chloritisée et muscovite, avec épidote, grenat, sphène, apatite, tourmaline. Ex-dacites ou rhyodacites.

En amont dans le Val Forzo. Des gneiss albitiques minuti de même genre. Des gneiss orthosiques diaphtorisés. Et un granite peu diaphtorisé; quartz broyé, orthose partiellement microclinisée, avec perthites fines et régulières, plagioclase saussuritisé, biotite brun-rouge plutôt fraîche, zircon, apatite; que je n'ai pas observé en place mais en blocs

morainiques; probablement un granite monté diapiriquement au travers des migmatites après la tectogénèse hercynienne.

A ¾ km au NW de Campiglia, à 50 m du pont qui traverse la Soana; et à 300 m plus en amont. Gneiss minuti faits de quartz, plagioclase saussuritisé, quelques débris d'orthose, biotite plus ou moins chloritisée, épidote, sphène, tourmaline, apatite; provenant vraisemblablement de mélanges de tufs et d'arkoses.

Dans la vallée de la Stura septentrionale, ces quelques roches:

A Valnera près Chialamberto. Gneiss albitique à muscovite et biotite chloritisée, avec un peu d'orthose; dérivant probablement de mélange, comme ceux de Campiglia, ci-dessus.

200 m à l'W de l'église de Groscavallo. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, phénoblastes d'orthose microclinisée et perthitisée, traînées lenticulaires de séricite, quartz, albite, épidote, biotite avec zircon et halos pléochroïques, apatite, limonite. Et une aplite à tourmaline, cataclasée, à grain fin; quartz, orthose, tourmaline.

A Forno Alpi Graje, 150 ou 200 m au N du cimetière. Gneiss orthosique diaphtorisé; quartz broyé, orthose microclinisée et broyée, albite en grains maclés, muscovite, biotite et chlorite, clinozoïsite-épidote. Avec ce gneiss affleurent des lentilles de même composition mais d'aspect différent parce que très cataclasées.

En un bloc erratique près de Groscavallo. Conglomérat polygénique, permocarbonifère, à galets étirés faits de granite aplitique (quartz, orthose, plagioclase, muscovite et chlorite) et de quartz (provenant prob. de pegmatite ou quartz filonien); ces galets étant cimentés par une pâte à grain très fin faite d'épidote, biotite chloritisée, muscovite et quartz.

* * *

Terminons ces pages sur la coupole Grand-Paradis en relatant les étranges conclusions du travail que R. Michel a consacré à la pétrographie et à la tectonique de cette zone (*Les schistes cristallins des massifs Grand-Paradis et Sesia-Lanzo*, Thèse Clermont 1953, et Trav.Lab.Grenoble 1952, et CR.Ac.sc.1951) puisque c'est une obligation du point de vue de la bibliographie.

Pour R. Michel, il n'y a pas là deux complexes tels que je les ai définis au début de ce chapitre, mais il y a *une* série cristallophyllienne faite de migmatites passant à des micaschistes dont un niveau, celui des micaschistes inférieurs, aurait été albitisé allochimiquement, par des venues

sodiques alpines, et transformé ainsi en gneiss albitiques à grain fin; avec un passage continu, dans la coupe de l'Orco, entre migmatites et gneiss albitiques.

De plus, pour cet auteur, il ne faut plus dissocier les zones Mont-Rose et Sesia comme on l'a fait jusqu'à présent, mais il faut considérer le Mésozoïque qui les sépare comme « une bande synclinale très superficielle » et voir là « une série cristallophyllienne Grand-Paradis-Sesia-Lanzo formant une unité géologique homogène ».

De même, la formation des Pennides est expliquée d'une manière extrêmement simple (avec un dessin). Au début, un Gr.Paradis émergé, à la façon de Jenny; puis un évanouissement de cette protubérance et la sédimentation mésozoïque; suivie d'un retour de protubérance et d'un écoulement de Mésozoïque sur les deux côtés; les nappes Emilius, etc. étant sans doute indésirables dans cet amusant système.

Et, pour compléter ces explications, dans les Trav.Lab.Grenoble, 1952, p.9: « Les prasinites, qu'on rencontre sur le pourtour du Grand-Paradis..., sont des gneiss amphiboliques et chloriteux, riches en petits phénoblastes globuleux d'albite d'origine métasomatique et pauvres en quartz. L'étude pétrographique et pétrochimique montre que ces faciès dérivent de l'ectinisation et de l'albitisation d'argiles, de marnes et de schistes argileux, et non, comme on l'admettait jusqu'à présent, de roches éruptives basiques. »

Mésozoïque Grivola

Voyons tout d'abord les divers types de roches que comporte la couverture mésozoïque de la zone Mont-Rose dans le périmètre de la carte; puis nous verrons les structures de cette couverture, que nous dénommons ici, par commodité, Mésozoïque Grivola.

Sédiments triasiques et jurassiques:

a) Quartzites triasiques légèrement muscovitiques, parfois avec un peu de magnétite et de graphite; sporadiquement à la base de la série, peu répandues.

b) Gypses; et *c*) cargneules banales; englobant parfois des fragments de permocarbonifère et de mésozoïque calcoschisteux ou ophiolitique introduits mécaniquement. (La cargneulisation a été très bien expliquée par W. Brückner en 1941, Eclogae, fasc.1: à l'origine, calc.dol. + anhy-