

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:	Quaternaire
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: 22.12.2025

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

A Configlie: Calcaire cristallin avec un peu d'albite, zoïsite, trémolite, sphène, résultant vraisemblablement d'un métamorphisme au contact de basalte, prob. décollé.

Entre Configlie et Ingria: Gneiss albitique à chlorite, muscovite, épidoite, sphène; et gneiss albitique à muscovite, biotite un peu chloritisée, épidoite, hornblende actinotique sodifère, grenat, sphène, apatite; rhyodacites diaphoritisées de la «couverture postorogénique hercynienne».

Quaternaire

La destruction continue des montagnes par l'action conjointe de la gravité et de l'eau ou de la glace, se manifeste dans le périmètre de la carte par:

- 1) des restes de surface wurmienne et quelques résidus de moraines lessivées;
- 2) une première phase d'entaille dans cette surface et des restes de moraine de fond, que nous dénommerons Gimillian et qui correspondent peut-être au Buhl;
- 3) une deuxième phase d'entaille et de dépôts morainiques, que nous dénommerons Champlong et qui correspond peut-être au Gschnitz;
- 4) une troisième phase glaciaire, que nous dénommerons Valnontey et qui correspond peut-être au Daun;
- 5) les phénomènes glaciaires récents et actuels;
- 6) les phénomènes alluvionnaires, remaniements de glaciaire, cônes de déjection, et les abrasions torrentielles;
- 7) les masses glissées, écroulées, éboulées, aussi diverses que nombreuses;
- 8) les éboulis, avalanches, etc.

Voyons donc, dans l'ordre ci-dessus, ces divers éléments quaternaires.

Restes wurmiens

Pendant la grande extension wurmienne, lorsque la glace s'étalait au débouché du Val d'Aoste dans le vaste amphithéâtre d'Ivrée (15 km de largeur) il est probable que le fond de la vallée de Cogne correspondait à la terrasse de Taverone et à quelques surfaces analogues des alentours de Cogne, et il est probable aussi qu'au méridien d'Aoste la Doire n'était qu'à une faible différence d'altitude au-dessous de Bettères (qui est à

l'alt.env.1700). On voit, en effet, près de Bettères, de gros blocs granitiques qui sont originaires de la coupole Grand-Paradis ou du Mont-Blanc et qui ont été évidemment déposés là par le glacier wormien; et sur la terrasse de Taverone d'une part, au Montzecco d'autre part, on observe des galets striés et des blocs erratiques qui ne proviennent pas des pentes sus-jacentes et ne peuvent donc être, à cette altitude, que des résidus de moraine wormienne lessivée.

Des formes qui paraissent avoir échappé en partie à l'érosion et peuvent bien être quelques restes de surface wormienne, semblent exister ça et là dans les divers embranchements de la vallée de Cogne, à des altitudes variant d'env.2800 dans les parties hautes de ces embranchements à un peu moins de 2000 dans le bas de la vallée. De même, dans le Valsavaranche et dans les vallons compris entre la Doire et la vallée de Cogne. Mais ces vestiges, ces parties un peu ménagées par l'érosion ne peuvent naturellement pas être délimitées avec rigueur, et en attendant qu'une coordination détaillée soit faite cartographiquement, mentionnons simplement les abords du lac Testa, le Plan-de-Montzalet, la terrasse de Taverone et sa continuation à l'E, le flanc E du M.Erban, les parages de la P.Vadaille, l'épaulement surplombant au SE Dégioz-Valsavaranche, et certaines parties des cirques Lauson, Nomenon, Arpisson, Arbole, Laures, Lussert, Bardoney, que la glace a protégées pendant longtemps des pluies et des eaux courantes.

Quant aux dépôts caractéristiques mais rares qui subsistent sur ces vestiges de surface wormienne, voici quelques détails significatifs à propos de ceux de Taverone, de Montzecco et de Valsavaranche.

Les premiers consistent en blocs et en galets parfois striés de serpentine, et représentent les résidus d'une moraine lessivée, c.à.d. les résidus d'une moraine dont les matières argilosableuses et graveleuses ont été désagrégées et emportées par le ruissellement. Il n'y a, en effet, pas de serpentine dans les pentes surmontant Taverone, et près du pt.2332 de gros blocs serpentineux reposent directement sur les schistes lustrés, montrant qu'il ne peut s'agir ici de désagrégation éluviale d'un laccolite sous-jacent à ces restes morainiques auxquels s'ajoutent d'ailleurs des éboulis. L'absence de gneiss granitiques et de gneiss pc. n'a évidemment rien d'étonnant sur ce versant droit de la vallée, et la prépondérance extrême des éléments serpentineux dans ce glaciaire lessivé s'explique par la dureté de ceux-ci, la désagrégation relativement facile des sl. et calcaires, et la faible proportion de prasinites dans le Mésozoïque SB.

Les blocs erratiques du flanc septentrional de Montzecco sont des blocs gros et petits de gneiss granitiques et, en quantité moindre, de gneiss pc. minuti. Ils sont en majeure partie répartis entre les alt. 2000-2080 et accompagnés, mêlés d'éboulis ou débris de pentes, et il est possible et même probable que des glissements les aient amenés si bas; mais en tout cas des blocs homologues (orthose un peu microclinisé, plag.acide, quartz, biotite et muscovite) reposent, aux alt. 2170-90, directement sur des sl. de la petite crête WNW-ESE ou dans le voisinage immédiat de celle-ci. On voit donc en ces lieux d'une part la présence de moraine wormienne lessivée, et d'autre part l'inexistence de la lentille de Paléozoïque dans les strates mésozoïques du Montzecco qu'indique la carte géologique 100.000.

Autres cas de reste morainique plus que probablement wormien. Au-dessus de Dégioz, dans le Valsavaranche, quelques blocs de gneiss granitiques (dont un atteignant 2 m) apparaissent dans les parties inférieures de l'écroulement presque entièrement prasinitique qui s'étend sur 1 km au NNW du chalet dénommé LaTour, entre les alt. 2250-2700 (sl.+serp. ne constituent même pas 1/10 de la masse écoulée, qui est relativement récente puisqu'elle recouvre le bord de la moraine provenant du cirque W de la Grivola). Les 4 ou 5 blocs granitiques Gr.Paradis que j'ai remarqués là (microcline et plag.acide, quartz, muscovite et biotite un peu chloritisée, grenat, zoïsite, sphène et apatite) et les quelques blocs de gneiss pc. qui les accompagnent, n'étaient pas insérés dans les strates prasinitiques avant leur écroulement; ils appartenaient à la moraine recouvrant une surface vraisemblablement wormienne du genre Taverone, et, sur l'épaulement, ils ont été mélangés aux blocs prasinitiques pendant l'écroulement.

Ayant ainsi vu trois types de reste morainique wormien: résidus de moraine lessivée, in situ ou partiellement glissés, et blocs morainiques mélangés à des blocs écoulés, notons encore ces deux cas.

Parmi les nombreux blocs erratiques de gneiss Emilius qui se trouvent au SE de Tsaplane (voir carte) ceux d'en-haut peuvent bien être des résidus de moraine wormienne lessivée; leur présence en ces lieux ne peut guère s'expliquer autrement.

Au SW de Cogne, les masses glissées ou écoulées des abords de l'Ouille jusqu'au torrent de Valnontey comportent des éléments morainiques, car on y trouve des galets de serpentine striés, des blocs migmatitiques et des blocs de gneiss permocarbonifères disposés chaotiquement

dans une pâte argilosableuse et caillouteuse. Mais qui pourrait dire si ces éléments proviennent des hauteurs et sont wurmiens, ou si ce sont des éléments de phases postwurmiennes ?

Phase Gimillian

Après le retrait des glaciers wurmiens, l'érosion a fait, dans la surface wurmienne, les plus larges des entailles successives qui caractérisent la vallée de Cogne; elle a fait les entailles du système auquel appartiennent la terrasse de Gimillian et les parois homologues de celle que surmonte la terrasse de Taverone.

A la fin de cette période d'érosion, en effet, la terrasse de Gimillian appartenait sans doute aux parties les plus profondes de la vallée, aux parties basales de l'auge nouvelle, pourrait-on dire. Et lorsque la glace est ensuite revenue, elle a déposé là, et évidemment ailleurs dans la vallée, un important revêtement morainique. Ailleurs, la plupart des dépôts de cette phase ont dû être atteints et emportés par les diverses périodes d'érosion et d'entailles ultérieures; tandis que sur la terrasse de Gimillian, pour des raisons qu'il reste à définir, il semble que la majeure partie des moraines de cette phase a échappé à l'érosion et s'est maintenue dans son état initial.

C'est, en effet, dans son état initial qu'apparaît ce glaciaire à 300 m au SW de l'église de Gimillian, dans un talus surplombant des pentes raides. Les éléments de la « moraine de fond » qui se trouve là n'ont pas du tout été remaniés; la moraine est tout-à-fait fraîche. La masse n'est pas stratifiée, et on a là, disposés chaotiquement dans une pâte argilosableuse, des débris plus ou moins anguleux variant de quelques mm à plusieurs dm, et aussi des blocs de 1 et 2 m à arêtes vives ou plus ou moins émoussées, et en outre de nombreux galets de serpentinite très nettement striés (pas vu là de gneiss granitiques).

Cette phase glaciaire, il convient, ce me semble, de la dénommer dans cette partie des Alpes « phase de Gimillian » car elle est en ce lieu particulièrement bien marquée et particulièrement typique. Est-elle l'équivalent du Buhl ?

Si, dans la vallée de Cogne, on ne peut repérer d'autres restes morainiques de cette phase qu'en peu d'endroits (bloc d'éclogite erratique du pt.1948 près Lillaz, dépôt initial de la terrasse Vardetta, etc.) c'est sans doute parce qu'entre cette phase d'extension glaciaire et les phases suivantes, l'érosion a fait son œuvre, comme elle avait déjà commencé à

le faire auparavant pour les dépôts wurmiens, qui sont encore plus sporadiques, encore plus lacunaires dans ces parties internes des Alpes.

Phase Champlong

Au-dessous de la « moraine de fond » de Gimillian que nous venons de voir, s'étendent d'autres « moraines de fond » qui résultent, elles, d'une deuxième phase post-wurmienne. D'Epinel à Lillaz elles apparaissent avec régularité sinon continuité, et l'on voit qu'elles se sont déposées dans un système d'entailles plus étroites que celles du système Gimillian ; elles se sont déposées dans une auge glaciaire semblable à la précédente mais plus petite, ces deux auges étant en quelque sorte gigognes.

De toute évidence, la disposition de cet ensemble morainique Lillaz-Epinel procède d'un retrait des glaciers de la phase Gimillian, d'une reprise de l'érosion et d'une nouvelle création d'entailles, puis d'une nouvelle phase d'extension glaciaire.

Cette deuxième phase post-wurmienne, il convient de la dénommer « Champlong » car ce lieu est en plein dans sa moraine et n'en comporte apparemment pas d'autre. Mais cette phase, est-elle l'équivalente du Gschnitz ? Telle est la question qui se pose encore.

Ajoutons à propos de phase Champlong que des moraines de cette période subsistent sans doute en beaucoup d'endroits de la vallée de Cogne et du Valsavaranche ; mais souvent elles paraissent se juxtaposer à d'autres moraines et se confondre un peu avec elles ; on ne peut pas les discriminer avec certitude, et sur la carte j'ai préféré n'indiquer que l'ensemble Epinel-Lillaz.

Phase Valnontey

Un retrait glaciaire, une érosion et une nouvelle avancée de la glace, ont vraisemblablement succédé à la phase Champlong, mais à une échelle très modeste en comparaison des deux phases post-wurmienues précédentes.

Près de Cogne, en effet, la moraine Champlong de la terrasse de Sylvenoire (recouverte abondamment de masses prasinitiques écroulées) paraît avoir été tronquée sur son bord W par le torrent de Valnontey, et cette ablation n'a pu se faire, évidemment, qu'après le retrait du glacier de l'Eyvia en amont de Cogne. Or, il existe à env. 500 m au S de Cogne un petit cordon morainique latéral (tronqué au N par un

ravinement ultérieur) qui représente l'un des stades du grand glacier de Valnontey et qui montre que celui-ci s'est encore avancé sur l'espace dégagé par l'abrasion de la moraine Champlong. Tout cela est très petit par rapport aux phases Gimillian et Champlong, mais c'est le même cycle, le même genre de phénomène, qui s'est répété une dernière fois avant le retrait des glaciers dans leurs nombreux cirques latéraux.

(Près du village de Cogne le matériel morainique roulé existant sur la surface abrasée dans la moraine de Champlong est probablement mince et n'est représentée que symboliquement sur la carte; et de même, la limite Champlong-Valnontey n'est figurée qu'approximativement, car il n'est là guère possible de discriminer exactement ces deux glaciaires.)

Glaciaire des cirques

Des dizaines de moraines des cirques latéraux, anciennes ou récentes, et des dizaines de cordons morainiques, simples ou séries, sont indiqués sur la carte.* Ces moraines de cirques sont de types très divers, mais la plupart de leurs caractéristiques sont immédiatement visibles sur ce levé au 25000 et il est donc inutile de les décrire ici. Notons simplement à propos de crêtes morainiques que quelques unes d'entre elles peuvent à première vue donner l'impression qu'elles sont comme les autres des crêtes originelles d'accumulation morainique, mais elles ne résultent en réalité que de ravinements faits de part et d'autre; elles constituent ce que je nomme dans la légende: crêtes résiduelles d'érosion.

Moraine de Gressan

A env. 2 km d'Aoste s'élève une curieuse crête morainique, dénommée Côte-de-Gargantua, qui a été longtemps considérée comme une moraine Gschnitz des glaciers du Grand-Paradis et du Mont-Blanc, mais qui est en réalité une réunion de crête morainique originelle et de crête résiduelle d'érosion, dérivant du glacier Valetta-Drinc et du torrent de Gressan. Ceci n'est cependant pas évident à première vue et il peut être utile que la description que j'ai donnée en 1955 dans ces *Archives* soit reproduite ici.

Cette crête morainique attire de loin le regard par la régularité étonnante de ses flancs et par la façon très curieuse dont elle est disposée, toute seule,

* Je renvoie à la carte de GB. Dal Piaz pour les cordons morainiques que ses observations ont savamment décelés dans le cirque du Lauson. Ils sont uniques au monde et passent allégrement de la moraine ancienne à la moraine récente.

entre la Doire Baltée et la base des montagnes qui s'élèvent au sud. Elle se détache, en effet, de celles-ci comme un éperon de 7 ou 800 mètres, en dominant d'une centaine de mètres le cône de déjection du torrent de Gressan qui s'étend à son pied ouest; et à première vue il n'y a rien de très apparent pour la raccorder à un système glaciaire bien net.

Est-ce cette particularité et les quelques éléments de gneiss œillés inclus dans cette moraine, ou d'autres raisons encore, qui ont incité Novarese* à la considérer comme une moraine du glacier principal de la Vallée d'Aoste, et plus particulièrement comme un cordon latéral ou terminal de son *stade d'Aymaville*, c'est-à-dire du *Gschnitz*? Je ne sais; mais pour distinguer correctement les stades de retrait postwurmiens et ne pas s'égarer à propos de cette Côte de Gargantua, je crois qu'il faut surtout se dire ceci.

Deux arêtes doivent être là bien distinguées. D'une part, celle qui descend du point coté 775 jusqu'à la courbe 625, sur une distance de 500 m environ, avec une direction approximativement NNE et une légère convexité vers l'WNW; et d'autre part, l'arête rectiligne, tout-à-fait horizontale, qui file du point 775 vers le S^{10°}E sur 200 m environ, jusqu'à la petite échancrure séparant la Côte de Gargantua des bas flancs de la montagne, également morainiques.

La première de ces arêtes me paraît avoir appartenu au tronçon terminal de la principale moraine latérale du glacier qui, ducir que P.Valetta - P.Drinc-P.Pierre, est vraisemblablement descendu jusqu'à la Doire encore longtemps après le retrait du glacier principal de la Vallée. Autrement dit, un simple segment de *cordon morainique du glacier local* que nous dénommerons pour faciliter le langage: glacier d'Eaux-froides, du nom du tunnel qui débouche au milieu de son ancienne aire d'extension.

Tandis que la seconde des arêtes précédentes n'est sans doute qu'une *crête résiduelle d'érosion*, créée latéralement par le torrent de Gressan après que la disparition relativement récente du glacier d'Eaux-froides ait permis le rassemblement des eaux courantes sur cette partie du flanc de la montagne, et que le torrent se soit frayé un passage au travers du cordon morainique précédent, en le coupant obliquement et en étalant en contre-bas un vaste cône de déjection.

Des vestiges de cordon morainique correspondant à la même extension du glacier d'Eaux-froides paraissent d'ailleurs exister encore sur l'autre versant du torrent de Gressan, et ils paraissent là s'étendre des chalets de Noaglia jusqu'à celui de Bren, entre les altitudes 900 et 1650 approximativement, mais la destruction par érosion, les glissements, les apparences similaires que peuvent créer les strates de schistes lustrés constituant le substratum rendent cette question douteuse. De même, on ne peut qu'être incertain à propos du restant de cordon qui paraît subsister entre Péril et Viseran, un peu à l'intérieur de celui que représente la Côte de Gargantua.

En parcourant cette Côte on voit que le matériel morainique correspond bien aux roches mésozoïques du cirque P.Valetta - P.Pierre et qu'il y a ainsi pleine confirmation pour l'origine indiquée par la morphologie. En effet, dans une pâte argilo-sableuse, on observe là des débris anguleux ou arrondis dont la taille varie de quelques mm à plus d'un m, et l'on voit que ce mélange plus ou moins chaotique d'éléments graveleux, caillouteux et de blocs de toute

* Voir dans sa belle étude du Quaternaire de la Vallée d'Aoste (Bol.Com. Geol. 1916) les pages 167 à 169.

taille est essentiellement fait de: schistes lustrés, calcaires gris plus ou moins micacés, calcaires dolomitiques, quartzites micacés, quartz provenant de veines, prasinites diverses, serpentines rarement striées (il s'agit d'une moraine marginale et non d'une moraine de fond), ces ophiolites constituant approximativement $\frac{1}{4}$ du matériel. Tous ces débris sont répartis le plus souvent d'une manière chaotique, typiquement morainique, mais parfois avec quelques dispositions litées résultant soit de petits glissements, soit de remaniement fluvioglaciaire.

En somme, toutes les roches qui se trouvent dans le cirque glaciaire sus-jacent. Mais, par ci par là, d'une manière extrêmement subordonnée (moins que 1%) on remarque quelques blocs ou fragments plus petits faits de gneiss œillés, de granites porphyriques, de gneiss minuti et de tonalites, qui paraissent être originaires du Grand-Paradis plutôt que du Mont-Blanc, et qui proviennent sans doute de la reprise des dépôts wurmiens dont on peut observer quelques restes lessivés près de Betteres et d'Eaux-froides, aux altitudes 1500-1700; cette reprise n'ayant évidemment rien d'étonnant lorsqu'on pense à la façon dont certains éléments meubles peuvent être agglutinés et enrobés par la glace à sa base puis redéposés plus loin.

Cette moraine de Gressan est vraisemblablement homologue des moraines de Vieyes-Nomenon, Epinel-Traje, Ronc-Vermiana, etc. et c'est probablement à la phase Valnontey qu'appartiennent ces divers dépôts, qui montrent en tout cas que les glaciers des cirques latéraux sont descendus au fond de la vallée longtemps après le retrait du glacier principal.

Masses glissées ou écroulées

Dans le nombre des masses glissées, écroulées ou éboulées que représente la carte, env. une centaine, il s'en trouve de tous les types, de toute espèce.

Quelques-unes de ces masses figurées en olive sont des accumulations de blocs de toute taille qui proviennent de strates complètement brisées et qui sont tombées brusquement, pèle-mêle; la chute ayant probablement été déclenchée dans la plupart des cas par un séisme. D'autres résultent de glissements lents, extrêmement lents, et comportent encore, au milieu d'éléments plus ou moins broyés, des strates fracturées mais relativement peu disloquées qui peuvent donner à un œil non averti l'impression d'être encore en place; comme par ex. la masse olive de l'A.Grauson, ou celle qui s'étale sous les parois d'Invergneux (plus de 1.1/2 km de l'E à l'W) et qui apparaît sur la carte géologique 100.000 comme roches en place et moraine (à Grauson aussi).*

* La masse glissée et certainement très apte à glisser encore sur laquelle on a posé le barrage de Valgrisanche, est un autre exemple de telles solifluxions. Elle résulte du lent affaissement, du tassement d'un épaulement latéral, après le retrait du glacier principal.

Entre ces deux types bien différenciés de masses descendues: amas de blocs tombés brusquement et masses glissées lentement, il existe naturellement dans la vallée de Cogne et dans le Valsavaranche toute une série de genres intermédiaires et des variétés aberrantes dont l'énumération allongerait trop cette Notice explicative. Limitons-nous donc ici à spécifier que nombre d'écroulements ou glissements indiqués sur la carte comportent, à côté des débris de strates brisées et tombées, les éléments épargnés des moraines qui recouvriraient ces strates. Et ne détachons que les trois cas suivants, qui nécessitent ces quelques explications.

Les écroulements de Sylvenoire sont surtout prasinitiques mais comportent, avec un peu de sl. et serpentine, nombre de blocs granito-gneissiques qui dérivent vraisemblablement de moraines latérales Champ-long; celui qui est hachuré aurait sans doute un peu recouvert l'emplacement de la petite moraine latérale voisine de Cogne, si cet emplacement n'avait été occupé par la glace de la phase Valnontey. Sur la Cretetaz, ce mamelon qui s'élève en face des serpentines de Larginaz-Colona, ce doit être un écroulement sur place, car ce mamelon est entièrement recouvert de blocs serpentineux, et ceux-ci ne débordent que sur le glaciaire de Tarabouc avoisinant. Sur le flanc W de la Pt.Pierre (kaki et hachures olive) ce sont des paquets de calcschistes plus ou moins glissés, comportant quelques ophiolites et se trouvant mélangés avec des moraines de névé et beaucoup de débris de pentes (pas vu là de blocs gneissiques pouvant constituer un reste wurmien).

Quant aux « strates affaissées, masses fracturées, prêtes à s'écrouler » de la légende, plus d'une quinzaine sur la carte, il n'y a évidemment pas à préciser davantage.

Alluvions; éboulis

Les cônes torrentiels et les autres dépôts alluvionnaires que montre la carte n'ont apparemment pas besoin de commentaires. Les éboulis et autres débris de pentes, non plus.

Mais à propos de ces derniers, il faut cependant noter que la plupart des cônes d'avalanches périodiques et la plupart des arcs dénommés moraines d'avalanches s'accroissent au printemps par des tombées de pierres et de neige mélangées, ou par des chutes de pierres se détachant de parois et glissant sur la neige qui est encore accumulée à l'intérieur des arcs ou croissants et qui ne laisse dépasser que leur crête, où la pierre s'arrête.

Et à propos d'alluvions (qui ne sont très souvent faits que de matériel morainique remanié, roulé) il faut noter qu'elles s'accumulent en certains

endroits mais qu'en même temps, un peu plus loin, des gorges se taillent dans des ruptures de pente et des verrous rocheux (à Lillaz, Cretaz, Chevrol par ex. mais aussi en beaucoup d'autres endroits). Ce qui n'a rien d'étonnant, car cette tendance à l'aplanissement et ce rajeunissement que les eaux courantes créent côte à côte, cet alluvionnement et ce genre d'abrasion que l'on voit se faire simultanément (et aussi la disposition de certaines masses glissées, celle du barrage de Valgrisanche par ex.) sont évidemment le propre d'un relief qui est encore jeune, d'un relief qui ne s'est pas beaucoup modifié depuis le retrait des glaciers.

Conclusions *

Récapitulons sous ce titre les connaissances et notions *nouvelles* qu'apporte mon travail dans le Val d'Aoste, et nous verrons en même temps les transformations profondes qu'elles impliquent dans ce que l'on connaît ou pensait de la structure, du mode de formation, et de la pétrographie des Alpes.

1) Les vastes et classiques recouvrements Saint-Bernard/Mont-Rose sont antérieurs aux déversements Sesia et résultent des premiers grands mouvements de la tectogénèse alpine. Les attribuer à une phase tectogène tardive, comme on l'a fait d'une manière si générale pendant une quarantaine d'années et comme certains géologues continuent à le faire aujourd'hui encore, c'est aboutir à une conception illogique, pleine de contradictions, et c'est maintenir la géologie alpine dans une impasse. Tandis qu'en les concevant comme des *déversements de masses Saint-Bernard dans une fosse Mont-Rose lors d'une première phase tectogène, à la fin du Jurassique*, on les insère d'une manière simple et logique dans la tectogénèse alpine et l'on voit cette notion (tout-à-fait nouvelle lorsque je l'ai énoncée en 1949, 50 et 51) pleinement confirmée par les retroussements qui caractérisent les écailles Saint-Bernard près de la mine et en d'autres endroits de la vallée de Cogne (retroussements évidemment dûs au passage des masses Sesia lors d'une deuxième phase tectogène).

2) A l'ajustement isostatique qui a formé la coupole Grand-Paradis, est due l'inversion de pendage des recouvrements SB/MR. Au lieu des

* Ces conclusions ont paru dans les *CR.Ac.sc.* des 20 et 27 nov. 1961.

inclinaisons qui ont permis aux masses SB de fluer dans la fosse MR, on a aujourd'hui ces pendages vers le N qui caractérisent les vallées de Cogne et de Valsavaranche.

3) La nappe Emilius ne doit plus être envisagée comme une simple masse de roches prétriasiques d'âge indéterminé, et son mode de formation n'est plus un problème irrésolu. Elle est faite de plusieurs grandes écailles: à la base, une écaille mésozoïque en majeure partie ophiolitique, et au-dessus, des écailles permocarbonifères avec copeaux de trias calcaire entre elles. Et sa structure imbriquée provient vraisemblablement de subductions cisaillantes *éocrétacées*, faites successivement et côté à côté dans la zone Sesia; cette structure s'étant grossso modo maintenue lors d'un glissement en bloc, en paquet, sur les sédiments mésozoïques (marnes se transformant en schistes lustrés) du complexe Saint-Bernard/Mont-Rose, pendant la période d'écoulement qui a fait suite aux subductions. Il est plus que probable, en effet, qu'il y a eu ici un processus créateur de nappes analogue à celui que j'ai mis en évidence dans l'aire des nappes simploniques (Arch. sc. 1954 et CR. Ac. sc. 1957): subductions cisaillantes (*phénomène primordial*) suivies d'écoulement par gravité dans la dépression créée par les subductions elles-mêmes (*phénomène complémentaire et amplificateur*).

4) Les plis en S ou en Z qui caractérisent le bord méridional et le bord occidental de la nappe Emilius ont été très bien remarqués par Em. Argand, qui les reliait les uns aux autres par une « giration » et les considérait donc comme contemporains. Mais, en dissociant complètement ces plis, j'attribue celui du bord sud, pli longitudinal, à un cheminement plus rapide des parties supérieures de la nappe (cf. la complication du Monte-Leone), tandis que les plis transversaux du bord W et de l'intérieur de la nappe sont, à mon sens, postérieurs et résultent vraisemblablement d'un écoulement latéral dû au soulèvement que montre la masse paléozoïque du bas de la vallée de Cogne (cf. le pli transversal d'Antronapiana).

- 5) La genèse du géosynclinal alpin ressort des faits suivants:
- a) Le trias calcaréo-dolomitique, lagunaire ou néritique, est d'épaisseur restreinte dans la zone Gr.Paradis - Mt.Rose et il fait même complètement défaut dans la partie médiane de cette zone, remplacé à la base de la série mésozoïque par des ophiolites; tandis que ce trias est au contraire bien développé dans la zone Saint-Bernard.
 - b) La proportion d'ophiolites est beaucoup plus grande dans le Mésozoïque Gr.Paradis - Mt.Rose que dans le Mésozoïque Saint-Bernard.

Or, la proportion d'ophiolites correspond évidemment à l'importance du volcanisme basaltique géosynclinal, qui est lui-même fonction directe de l'intensité des fissurations de l'écorce terrestre que créent les distensions ou étirements de cette écorce. Et il appert donc, dans ces conditions de répartition des ophiolites et des calcaires dolomitiques, que non seulement la zone Mont-Rose s'est affaissée et immergée d'une manière relativement rapide, dès le début du géosynclinal alpin, mais qu'elle s'est en même temps étirée et fissurée intensément, de bas en haut de l'écorce terrestre, pour livrer passage au magma basaltique subcrustal. Autrement dit, c'est dans la zone Mont-Rose que s'est rapidement établie la fosse principale du géosynclinal alpin, avec un fort volcanisme basaltique; tandis que régnaienr des conditions épicontinentales dans l'avant-pays, des conditions intermédiaires dans la zone Saint-Bernard, et, dans la zone Sesia, un affaissement et un volcanisme apparemment moindres que dans la zone Mont-Rose. On voit donc nettement que les conditions préliminaires du *déversement Saint-Bernard dans la fosse Mont-Rose lors d'une première phase tectogène* étaient réalisées dès le début du géosynclinal alpin, et l'on voit aussi tout ce qu'il y a d'absurde dans la *Reliefumkehrung* que certains géologues invoquent aujourd'hui encore.

6) En plus des différences précédentes dans le Mésozoïque des zones Mont-Rose et Saint-Bernard, je dois mettre en évidence celles-ci:
 a) Des calcaires gris plus ou moins micacés s'intercalent très fréquemment entre calcaires dolomitiques et schistes lustrés de la zone Saint-Bernard (en violet sur la carte), tandis que la transition est toujours brusque dans la zone Mont-Rose.— b) Des schistes lustrés conglomératiques et bréchiques apparaissent dans la zone Saint-Bernard, tandis que je n'en ai jamais rencontré lors de mes levés dans la zone Mont-Rose.

Ceci résulte évidemment d'un approfondissement beaucoup moindre de la zone Saint-Bernard, et corrobore ce qui a été dit plus haut à propos d'évolution du géosynclinal et de Première phase tectogène.

7) Le Paléozoïque Saint-Bernard de la vallée de Cogne (Arch. 1951) et le Paléozoïque Saint-Bernard du large secteur médian Etroubles-Liddes (Arch. 1959) doivent tous deux être considérés comme des éléments d'une « couverture postorogénique hercynienne, permocarbonifère » et sont essentiellement faits de:

α) gneiss albitiques à grain fin (gn. minuti) dérivant de volcanites acides, en majeure partie rhyodacitiques, tufs ou ignimbrites, remaniées ou non;
 β) micaschistes, quartzites, arkoses, conglomérats, phyllades, etc. provenant de la désagrégation des volcanites précédentes ou du socle

antécarbonifère, dans des conditions postorogéniques continentales que montrent aussi les intercalations charbonneuses ou graphiteuses; γ) granodiorites plus ou moins diaphorisées en gneiss albitiques non minuti: restes de cheminées d'appareils volcaniques permocarbonifères, ou restes de foyers subvolcaniques connexes des montées diapiriques de magmas acides résultant de la fusion du bourrelet infracrustal à la fin de la tectogénèse hercynienne (la grande masse de Cogne-Valsavaranche notamment).

Lorsqu'en 1951 pour le Val d'Aoste et en 1954 pour l'Ossola, j'ai envisagé les *gneiss albitiques minuti* comme des *roches volcaniques diaphorisées*, en basant cette notion sur une série de raisons d'ordre minéralogique, chimique, lithologique, paléogéographique et tectonique, on a pu se rendre compte, d'une part, de la grande extension du volcanisme permocarbonifère dans les zones Saint-Bernard, Mont-Rose et Sesia, et l'on a pu, d'autre part, comprendre que l'on s'était longtemps égaré en attribuant les gneiss albitiques des Alpes à un métamorphisme allochimique, à des venues sodiques, alpines ou hercyniennes. Il n'y a là aucun allochimisme; il n'y a qu'une simple diaphorèse épi- ou mésozonale de roches volcaniques.

8) Le Paléozoïque de la coupole Grand-Paradis, jumelle de la coupole Mont-Rose, est fait de ces deux complexes:

- α) un ensemble de roches plus ou moins migmatisées pendant l'hercynien et diaphorisées pendant l'alpin, dérivant probablement de sédiments dévoniens ou siluriens; avec peut-être quelques restes de cycles orogéniques antérieurs;
- β) sur les bords de la coupole, une « couverture postorogénique hercynienne, permocarbonifère » analogue à celle de la zone Saint-Bernard.

On est donc loin de la « série cristallophyllienne formant une unité géologique homogène » édifiée par R. Michel dans sa volumineuse étude du Grand-Paradis.

9) Ce que l'on connaissait des roches de la Nappe Emilius se limitait à ces deux lignes de la carte 100.000 « gneiss minuti varii anche prasinitici, micascisti, micascisti eclogitici a granato ed omfacite, gneiss psammitici grigi » et ces deux lignes d'Argand, 1911 « micaschistes ou gneiss grenatifères à amphibole sodique avec noyaux éclogitiques souvent riches en omphazite ». De leur âge, on ne connaissait rien.

Il importe donc de savoir maintenant que la plupart des roches Emilius sont tout-à-fait analogues à celles du Permocarbonifère des zones Mont-Rose et Saint-Bernard, et qu'elles proviennent aussi de la « couverture postorogénique hercynienne ». Elles ne diffèrent du pc. MR

et SB que par une proportion plus grande de roches à faciès glauco-phaniqe, qui les rend plus proches de l'ensemble pétrographique Sesia.

Dans les gneiss albitiques minuti Emilius, qui sont prédominants, les projections volcaniques indiquées ci-dessous confirment pleinement ce que j'ai dit plus haut quant à l'origine des gneiss albitiques, qui occupent un tel espace dans les Alpes:

- α) xénolithe fait d'une roche métamorphique plissotée antécarbonifère, inclus dans un gneiss albitique à grain fin dérivant d'une cinérite et présentant encore, au point de chute, sous l'ancienne base du bloc, une incurvation des lits;
- β) fragments de bloc projeté, inclus dans un gneiss albitique à grain fin et formés de lave pantelleritique, encore vacuolaire, qu'A. Rittmann a étudiée d'une manière très complète;
- γ) autres xénolithes; lapilli;
- ε) projections de lave dans cendres, ayant créé les structures piper-noides qui sont discernables aujourd'hui encore dans quelques gneiss albitiques minuti.

De même, le morcellement et la dispersion d'ophiolites dans ce Permocarbonifère confirment ce qui a été dit plus haut; car, dès les premiers diastrophismes, les dykes basaltiques alpins ont dû se briser, se morceller, et leurs fragments ont dû se disperser facilement dans le milieu ambiant peu cohérent que constituaient les tufs pc. pas encore métamorphosés en gneiss albitiques.

10) Dans les Alpes, la schistosité résulte essentiellement, à mon sens, de laminages effectués au-dessous des surfaces principales de cisaillement pendant les subductions (phénomène primordial) ou de laminages opérés pendant les glissements ou écoulements consécutifs (phénomène complémentaire et amplificateur). Autour de Cogne et Valsavaranche, les conditions de gisement ne permettent pas d'analyser et de comprendre les causes premières de la schistosité d'une manière aussi complète que dans l'aire des nappes et racines simploniques; mais dans la N. Emilius il y a de remarquables exemples de roches ayant été transportées en blocs, en paquets, sans ou presque sans déformations lors de l'écoulement, et se trouvant aujourd'hui dans un proche voisinage de roches très fortement laminées.*

Pour le métamorphisme épi- ou mésozonal effectué pendant les deux premières phases tectogènes, avec le rôle si important qu'ont tenu alors

* Dans un prochain travail je chercherai des rapports entre ceci et les nombreux travaux de M. Fourmarier sur la schistosité.

le mouvement et la trituration des roches, et pour les nombreux cas de métamorphisme de contact faits antérieurement entre marnes mésozoïques et basaltes ou périclases, toutes les paragénèses décrites dans cette Notice sont typiques et significatives.

11) Dans le glaciaire de la vallée de Cogne, qui n'avait auparavant jamais été étudié et analysé, j'ai fait les distinctions suivantes, avec toutes les indications cartographiques nécessaires et suffisantes:

- α) restes de surface wurmienne avec résidus de moraines lessivées;
- β) phase de Gimillian, correspondant peut-être au Buhl;
- γ) phase de Champlong, correspondant peut-être au Gschnitz;
- ε) phase de Valnontey, correspondant peut-être au Daun.

Quant aux nombreuses masses écroulées, glissées, affaissées, des vallées de Cogne et Valsavaranche (env. une centaine sur la carte), elles sont de genres très divers et quelques unes d'entre elles auraient pu servir de termes de comparaison lors des décisions pour l'emplacement du barrage de Valgrisanche.

12) La curieuse moraine de Gressan, près d'Aoste, dérive d'un glacier descendant de la crête Valetta-Drinc et comporte, à la suite l'une de l'autre, une crête morainique originelle et une crête résiduelle d'érosion. Elle ne provient pas, comme on l'a cru, d'une phase Gschnitz des glaciers réunis du Grand-Paradis et du Mont-Blanc.

Telles sont les principales conclusions et notions nouvelles qui se dégagent de mon travail dans le Val d'Aoste. On pourrait leur adjoindre beaucoup de réflexions découlant de toutes les particularités locales qu'indiquent la carte, les profils et cette Notice; mais celle-ci en serait probablement surchargée et sortirait alors du cadre d'un accompagnement de la carte. Je termine donc ici, en espérant que beaucoup d'observations seront faites par les géologues qui parcourront le territoire que j'ai cartographié, car, bien qu'une connaissance complète des choses ne soit pour ainsi dire jamais atteinte, en géologie surtout, j'ai hâte de voir un certain nombre de structures précisées, de lacunes comblées, et, partant, d'éprouver mieux encore la joie de comprendre. Je l'espère d'autant plus que le sentiment s'allie souvent à la possibilité de comprendre et que mes très nombreux séjours dans le Val d'Aoste m'ont beaucoup attaché aux montagnes et vallées de ce magnifique pays, dont l'architecture et le relief donnent une telle impression de grandeur et d'équilibre.