

# Contribution à l'histoire des massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rogues

Autor(en): **Oulianoff, Nicolas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **69 (1965-1967)**

Heft 317

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-275786>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Contribution à l'histoire des massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges

PAR

NICOLAS OULIANOFF

Il est utile d'introduire cette communication par quelques précisions concernant la terminologie. On trouve souvent dans la littérature géologique les noms : le massif du Mont-Blanc, le massif des Aiguilles-Rouges. Ces expressions ont pour le géologue une signification double : géographique et géologique. La première est compréhensible sans plus : il s'agit de l'individualisation dans la topographie actuelle de deux masses rocheuses. Si l'on utilise les noms de ces deux massifs dans leur signification géologique, il ne faut pas oublier une chose qui doit être considérée comme fermement établie : le fait que ces massifs, tels que nous les connaissons, sont issus tous les deux de l'orogénèse alpine. C'est la tectonique alpine qui a créé deux chaînes *morphologiquement* séparées (P. CORBIN et N. OULIANOFF, 1927-1965)<sup>1</sup>. Mais d'autre part, chacun de ces deux massifs est un bloc taillé dans le même complexe de roches, d'âges divers, broyées localement par quatre, trois, deux ou une seule orogénèse. Il faut encore tenir compte du fait que les lignes directrices de ces tectoniques superposées ne sont nullement concordantes, mais croisées (OULIANOFF, 1937, 1947, 1949, 1953, 1959a, WEGMANN 1947) d'où résultent des réseaux très complexes de failles, de diaclases ou de plis.

Sous l'influence des tectoniques successives, les éléments des structures anciennes sont susceptibles de rejouer, ce qui introduit des complications supplémentaires dans l'architecture de la région.

<sup>1</sup> La carte de P. CORBIN et N. OULIANOFF est intitulée : « Carte géologique du massif du Mont-Blanc ». Mais les notices explicatives des feuilles de cette carte indiquent que « le massif des Aiguilles-Rouges y est compris ». Ce dernier fait partie avec le massif du Mont-Blanc du même bloc de cristallin qui sert de soubassement anté-alpin aux roches du Secondaire et du Tertiaire. La première feuille (double) de cette carte (Servoz-Les Houches) est déjà à cheval sur les deux massifs alpins : du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges.

Dans ces complexes, les essais de diviser les grandes périodes orogéniques anciennes demeurent aléatoires, étant fondés sur des hypothèses et non sur des observations solides<sup>1</sup>.

Reculons dans le temps, jusqu'à l'époque où la sédimentation carbonifère débute seulement en utilisant les produits de l'érosion d'une importante chaîne formée anciennement (probablement à l'Antécambrien ou au début du Paléozoïque). Lors de cette ancienne orogénèse et à sa suite, il n'existait pas des massifs individualisés du Mont-Blanc, ni des Aiguilles-Rouges, même à l'état embryonnaire. Les lignes directrices de cette tectonique ont été orientées tout autrement que celles de deux orogénèses plus jeunes (hercynienne et alpine). Cette orientation a été identique pour tout le massif ancien, soit pour la région occupée actuellement par le massif du Mont-Blanc et par celui des Aiguilles-Rouges.

L'importance du pétrissage de ces masses rocheuses anciennes est révélée par le fait que ses lignes directrices et les structures qu'il a créées n'ont pas été complètement oblitérées par les tectoniques suivantes, mais seulement bousculées et localement plus ou moins déformées.

Les méthodes *géologiques* ne nous fournissent pas d'arguments plausibles pour fixer l'existence de phases plus anciennes. Comme exception, je peux citer toutefois l'argumentation qui m'a permis de proposer en 1926 (OULIANOFF, 1928) une période plus ancienne encore du plissement dans la région du massif du Mont-Blanc. Ainsi, jusqu'à nouvel avis *solidement étayé*, nous sommes obligés de considérer que les événements tectoniques, physiques et chimiques affectant le soubassement cristallin, antérieurement à la sédimentation carbonifère, se sont produits simultanément.

Dans un pays caractérisé par la superposition des effets de plusieurs périodes tectoniques, il est hasardeux de chercher à préciser l'existence des zones (épi-, méta- ou cata-, souvent encore avec subdivisions) du métamorphisme et de tracer leurs limites. A plus forte raison est-il impossible de circonscrire les masses rocheuses atteintes par la rétro-morphose. La distinction précise des zones de métamorphisme est possible là où aucune orogénèse subséquente n'est venue perturber le plan initial. La situation est tout autre pour un géologue ou un pétrographe qui aborde l'étude des complexes rocheux pétris par plusieurs orogénèses dont les axes tectoniques sont, en plus, croisés. Dans de

<sup>1</sup> Je laisserai complètement hors de discussion les tentatives, de plus en plus nombreuses, de datation des formations géologiques par les méthodes de radioactivité. Ces méthodes, encore en voie d'élaboration, sont en butte à bien des difficultés connues ou inconnues, qui rendent incertains les chiffres obtenus. Les résultats de datation par radioactivité en souffrent particulièrement lorsqu'il s'agit de l'examen de roches provenant de régions où la croûte terrestre a été pétrie par plusieurs tectoniques superposées. Les âges des roches de telles régions présentent toujours un intérêt et entraînent des discussions fructueuses, mais ils ne peuvent pas être utilisés comme argument *décisif* en faveur d'une hypothèse à la recherche d'un point d'appui.

tels complexes les gradients de pression et partiellement de température peuvent subir un changement brusque en passant d'un compartiment à un autre. De même la circulation des fluides, porteurs des molécules et des ions (OULIANOFF, 1959b), peut changer capricieusement, sa direction étant déterminée par les principales lignes tectoniques. C'est ce que les tunnels percés dans les Alpes permettent de constater. Dans ces conditions, les effets de rétro-morphose et ceux d'une nouvelle vague de métamorphose peuvent coexister côte à côte. Ainsi ce n'est pas sur la base de l'analyse pétrographique que l'on peut reconstituer la tectonique de tels lieux. Au contraire, ce sont les éléments tectoniques déchiffrés sur le terrain qui permettent de mieux interpréter la distribution dans l'espace de certaines entités pétrographiques constatées.

Je suis obligé de mentionner ici le travail de D. KRUMMENACHER (1959), consacré à l'étude pétrographique du cristallin de la région de Fully, faisant partie du soubassement cristallin du massif de Morcles. L'auteur présente de nombreuses analyses microscopiques de coupes minces. C'est son mérite. Le matériel qu'il a étudié caractérise au point de vue pétrographique un compartiment du grand bloc de cristallin (anté-Westphalien). C'est une partie des massifs alpins du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges.

Mais introduire le classement des masses métamorphiques en catazonales, mésozonales et épizonales, comme le fait D. KRUMMENACHER, dans les massifs des Aiguilles-Rouges et du Mont-Blanc est une entreprise aléatoire, car le cristallin en question a été violemment plissé avant le Carbonifère. Comme il est dit plus haut, le degré de métamorphisme dépend en effet de la distribution des gradients de température, de pression et d'un facteur très important exprimant le degré de fissuration des masses rocheuses.

Les poussées orogéniques elles-mêmes engendrent de grandes pressions aux profondeurs relativement faibles. Les effets de la radioactivité cumulés localement peuvent être à l'origine d'une élévation considérable de la température. J. JUNG s'exprime comme suit à ce sujet, en rapport avec le problème de la migmatisation :

L'apparition de migmatites, au sein des séries de schistes cristallins, se manifeste comme étant la conséquence d'anomalies dans la distribution des températures et peut-être des pressions dans la colonne des formations soumises au métamorphisme. La répartition de ces anomalies n'étant régie par aucune loi, celle des migmatites se trouve être également « azonale » (J. JUNG : *Précis de pétrographie*, 2<sup>e</sup> éd., p. 193).

Quant à la fissuration, son rôle est primordial dans l'évolution du métamorphisme. De ce facteur dépend la circulation des eaux nourricières venant des profondeurs, eaux fossiles en grande partie (OULIANOFF, 1959).

Or, dans les blocs qui ont été exposés à de puissantes orogénèses, subsistent, côte à côte, des compartiments qui ont été soumis à l'action de gradients fort dissemblables. L'exemple du granite du massif du Mont-Blanc est très caractéristique sous ce rapport (OULIANOFF, 1964 a).

Les roches de la région de Fully-Mazeimbro sont relativement riches en cordiérite qui est partout pinitisée. Mais ce minéral n'est pas un fossile caractéristique du « faciès catazonal profond » (KRUMMENACHER). Dans le même massif des Aiguilles-Rouges, la cordiérite se rencontre également ailleurs qu'à Mazeimbro-Fully, ce que mentionne, du reste, D. KRUMMENACHER lui aussi.

D. KRUMMENACHER (1959, p. 154) trouve que « les lignes directrices des deux séries [qu'il distingue sous les noms de série des Aiguilles-Rouges et série de Fully] sont divergentes, ce qui laisse supposer que la formation de ces dernières s'est faite en deux cycles distincts d'une phase orogénique (antéwestphalienne) ». Il est vraiment conjectural de baser une telle conclusion sur les directions des couches dans une zone de migmatisation avancée. Des volumes variés et parfois considérables des masses rocheuses, initialement à orientation uniforme, se trouvent être cassés et bousculés par les mouvements dans le matériel semi-fluide ou même fluide. C'est ce que l'on voit dans la région Fully-Mazeimbro. Mais fréquemment, comme j'ai pu le constater par de nombreuses mesures, celles-ci oscillent autour de  $N25^{\circ} - 35^{\circ}E$  (voir la photo 1). Du reste, si l'on tient compte de l'orientation des figurés indiquant les migmatites sur la carte de D. KRUMMENACHER, on arrive à la conclusion que la direction de ces migmatites varie entre  $N25^{\circ}E$  et  $N45^{\circ}E$ . De même l'orientation des lentilles de calcaires métamorphiques (toujours d'après la carte de D. KRUMMENACHER) varie entre  $N25^{\circ}E$  et  $N60^{\circ}E$ . Les mesures prises sur la carte de D. KRUMMENACHER et celles que j'ai prises sur le terrain sont en contradiction avec le texte de cet auteur. En effet, on lit à la p. 240 : « Quant aux migmatites de la série de Fully, leur direction oscille entre  $N45^{\circ}E$  et  $N90^{\circ}E$  ». La concordance des faits enregistrés par D. KRUMMENACHER sur sa carte et de mes mesures personnelles m'incline à les considérer comme exprimant mieux la nature des choses.

En comparant ces résultats avec ceux concernant les gneiss des Aiguilles-Rouges (y compris le Mont de l'Arpille) nous sommes obligés de reconnaître que pratiquement la région de Fully-Mazeimbro ne se distingue pas sous ce rapport de l'ensemble des Aiguilles-Rouges, où l'on constate aussi des variations locales de l'orientation des couches.

La tentative de D. KRUMMENACHER de séparer les deux séries de roches des Aiguilles-Rouges et de Fully par la « divergence des lignes directrices des deux séries » est d'autant plus malheureuse que la technique des mesures de l'orientation des couches lui a joué de mauvais tours. En voici un exemple :



La structure du massif de l'Arpille proprement dit, exprimée par les profils qui accompagnent ma monographie (N. OULIANOFF, 1924), ne plaît pas à D. KRUMMENACHER. Il la trouve erronée, surtout pour la moitié orientale du dit massif. Voici son texte (p. 243) :

Si l'on reporte notre interprétation tectonique de la rive droite du Rhône (KRUMMENACHER 1959, p. 241, fig. 17) sur la rive gauche du Rhône, dans le Mont de l'Arpille, on arrive à un « enracinement » inverse des plis du cristallin : ceux-ci ne s'enracinent plus au sud-est, comme l'indique le profil XXI de N. Oulianoff, mais en direction du synclinal permo-carbonifère.

Déclarer erronés les profils d'un auteur parce qu'ils diffèrent de ceux qu'on a établis à 5 km de là, paraît une méthode bien curieuse. C'est peut-être applicable dans le cas d'un levé rapide, lors de l'exploration géologique d'un pays inconnu, mais ce n'est le cas pour aucun périmètre dans les Alpes. De même, étrange est ce passage où D. KRUMMENACHER dit que :

« N. Oulianoff (1924) donne pour le Mont de l'Arpille, une succession de profils dont la tectonique est basée sur l'alignement des lentilles calcaires (p. 243) ».

Dans l'état actuel des recherches géologiques détaillées dans les Alpes, les conclusions tectoniques ne peuvent être basées que sur les résultats de centaines de mesures concernant l'orientation, dans l'espace, des couches (de même que des failles, des diaclases, des filons), et ceci sans aucune sélection influencée par une idée préconçue. C'est à la suite de ces mesures que la concordance des couches d'anciens calcaires avec des gneiss et des micaschistes a pu être formulée affirmativement. Il s'agit en effet dans le massif de l'Arpille de véritables *couches* de calcaires anciens, épaisses souvent de 5 à 20 m et plus. On les suit sur de grandes distances. Il ne s'agit donc pas « de l'alignement de lentilles calcaires », comme le laisse entendre D. KRUMMENACHER.

Tenant compte de ce qui est dit plus haut, N. OULIANOFF pourrait, de son côté, proposer à D. KRUMMENACHER de renverser l'opération et de reporter la tectonique de N. OULIANOFF de la rive gauche du Rhône sur la rive droite du Rhône, soit au massif de Six Carro-Fully. Toutefois, il ne le fera pas. Et ceci, entre autres pour la raison déjà évoquée : la distance qui sépare les deux régions en question. Une autre raison encore s'oppose à une transposition automatique d'une rive du Rhône à l'autre. En effet, ce déplacement des profils géologiques se ferait suivant la direction N45°E, qui caractérise les lignes directrices de la tectonique alpine. Or, c'est la structure du cristallin qui nous intéresse ici. Et les lignes directrices de la tectonique antéhercynienne se rapprochent de l'orientation N20°E.

Ainsi la seule méthode est d'aller sur la rive droite du Rhône pour compléter directement sur le terrain la documentation relative au problème de la structure du soubassement cristallin de cette région.

La situation du profil figurant sur la face du bloc-diagramme (KRUMMENACHER, 1959, p. 241, fig. 17) correspond exactement au panorama visible dans le voisinage du pont de Dorénaz sur le Rhône. Le diagramme montre (bien entendu schématiquement) que les couches du cristallin butent en discordance contre le flanc SE du synclinal carbonifère tout en s'inclinant au NW, donc *vers* le synclinal. On contemple alors avec étonnement le paysage : les couches y sont, en gros, inclinées au SE (photo 2). L'angle du pendage n'est pas strictement constant. Les couches sont souvent gauchies. Elles ont parfois une position presque verticale (photo 3). Ailleurs, cette inclinaison, toujours SE, peut s'approcher de 45° (photo 4 où l'on voit la discordance du Carbonifère sur les schistes cristallins). Notons en passant que ces trois photos montrent que les schistes cristallins de cette région ont été atteints par une active migmatisation.

Comme il est dit plus haut, le sillon du synclinal complexe de Chamonix sépare *actuellement* (après l'orogénèse alpine) la partie superficielle du soubassement cristallin en deux massifs. Chacun d'eux comprend des roches de nature ignée avec leur très important cortège de divers schistes cristallins.

Mais D. KRUMMENACHER se plaît à appeler série des Aiguilles-Rouges les schistes cristallins des Aiguilles-Rouges proprement dites et ceux du versant nord-ouest du massif du Mont-Blanc. Et plus loin (p. 156) il indique que « le granite du Mont-Blanc fait intrusion dans les schistes cristallins du Mont-Blanc appartenant à la série des Aiguilles-Rouges ». Il remplace donc le classement topographique habituel par un classement pétrographique et génétique dont le fondement n'est pas suffisamment étayé.

Après une étude *pétrographique* des échantillons provenant de la région de Fully, étude faite avec soin, D. KRUMMENACHER arrive à la conclusion que ces roches « montrent tous les stades du développement des phénomènes de migmatisation fondamentale » et que « cette série ultramétamorphique est à notre connaissance unique en Suisse » (p. 232). Mais plus loin, il fait très logiquement la remarque suivante : « la série de Fully résulte de la migmatisation fondamentale d'une portion de la série des Aiguilles-Rouges et ceci sans grand changement de composition ».

Est-elle tellement unique cette série ultramétamorphique de Fully ? Pour répondre à cette question, il nous faut revenir à l'époque de la formation des massifs alpins du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges. La nature ne travaille pas avec la régularité précalculée de l'architecte. Ainsi, le déplacement vers le NW de même que suivant la verticale,

n'a pas été identique pour chaque lame poussée du SE sur sa voisine du côté NW.

Il y a dans nos deux massifs plusieurs cas de déplacements exagérés par lesquels des zones profondes d'une telle lame ou d'une partie de lame ont été fortement poussées vers la surface. Un cas où les dimensions sont exceptionnellement grandes est celui de la lame qui contient, dans sa structure, le granite du Mont-Blanc proprement dit. La fig. 1 montre schématiquement comment cette structure se présente à la surface.

Pour la comprendre, il faut examiner tout le pourtour de la boutonnière granitique. On voit que le noyau granitique est limité par les côtés d'une figure géométrique presque régulière, un parallélogramme. Ses côtés à l'est et à l'ouest (AD et BC sur la fig. 1) représentent les contacts du granite avec des schistes cristallins. Mais ces contacts, loin d'être nettement tranchés, sont pratiquement de larges zones de passage, graduel en gros, des schistes cristallins au granite. Vu l'absence de contours nets, on ne peut qu'estimer approximativement la largeur de ces zones de transition. Celle de l'ouest (AD) mesure environ 400-500 m. La largeur de celle de l'Est (BC) varie entre 500 m et 1000-1200 m. L'intervention des forces mécaniques qui ont créé des failles et des zones de mylonitisation, traversant obliquement les zones de migmatisation, date de l'orogénèse alpine. Par contre, on y observe, et l'on admire dans sa majestueuse grandeur, les effets du métamorphisme de contact, qui se situe au bord externe, donc à l'extrême ouest de la zone occidentale. Dans la zone orientale, il se place également au bord extrême. Mais vers la partie centrale, granitique, on constate une augmentation de l'activité migmatique. Aux migmatites succèdent les roches d'anatexie de composition variable (granodiorites, monzonite, diorites, syénites, microgranites).

Examinons maintenant les deux autres côtés du parallélogramme (AB et CD sur la fig. 1), ceux qui sont orientés suivant la vallée de Chamonix et le Val Ferret italien. Sur le versant italien, le granite se trouve en contact mécanique direct avec les roches sédimentaires. On a pu l'examiner particulièrement en détail grâce au tunnel du Mont-Blanc (BAGGIO et MALARODA 1960, 1961). Le souterrain ayant quitté les roches calcaires à 1281 m (en partant de l'entrée italienne) passe dans une zone, large d'environ 19 m, de granite mylonitisé et ensuite, graduellement, dans une épaisseur de 150 m de granite cataclasé. Le contact du granite mylonitisé avec les roches sédimentaires affleure par endroits en surface dans la région d'Entrèves (M. B. CITA, 1953), notamment sur une distance de 5,5 km environ. Il disparaît dans les deux directions, NE et SW, sous les éboulis, le glaciaire et le fluvio-glaciaire. Le Val Ferret italien indique, par sa position, l'orientation d'une longue faille complexe, réplique, sur le versant italien, de la faille également complexe, qui a déterminé la création du puissant



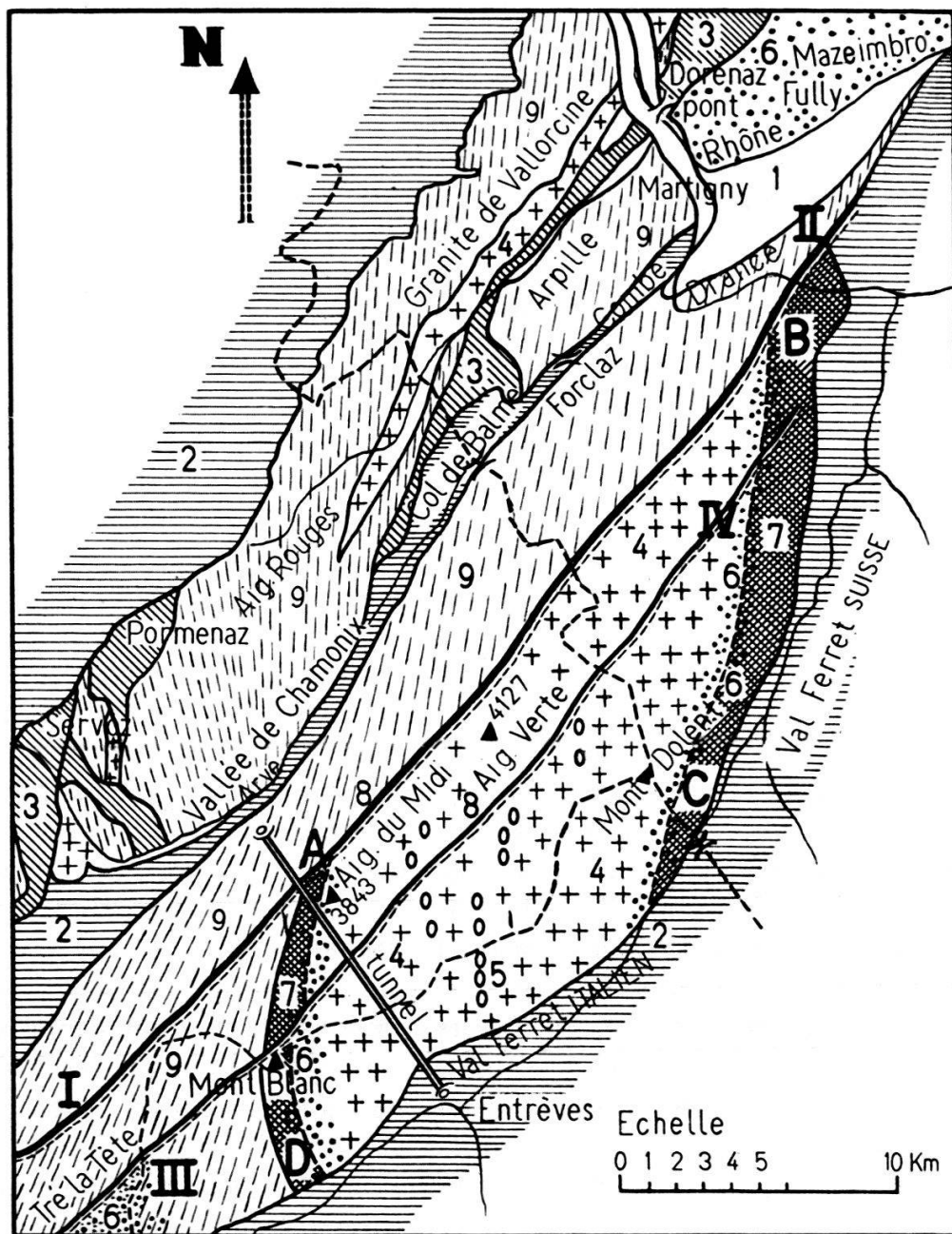


Fig. 1

Carte géologique schématisée des massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges.

Légende : 1. Alluvion. — 2. Secondaire et Tertiaire. — 3. Carbonifère et Permien. — 4. Granite. — 5. Alignements des enclaves dans le granite du Mont-Blanc. — 6. Migmatisation avancée, allant jusqu'à la formation de roches d'anatexie (diorites, granodiorites, monzonites, granite). — 7. Zones de passage entre les schistes cristallins et le granite du Mont-Blanc (métamorphisme de contact, migmatisation). Chacune de ces deux zones limitant le granite du Mont-Blanc à l'Ouest et à l'Est ne possède que des contacts flous les séparant du granite — d'un côté et des schistes cristallins — de l'autre. — 8. Grandes failles alpines. Elles sont orientées SW-NE perpendiculairement à la poussée alpine (du SE au NW). Elles sont nombreuses et leur longueur est variable. Mais quelques-unes sont particulièrement grandes, dépassant en longueur 40 km. Sur cette carte ne sont indiquées que deux de ces failles (I-II et III-IV) qui ont joué un rôle très important lors de l'orogénèse alpine. — 9. Schistes cristallins anciens (antéwestphaliens) très variables par leur composition pétrographique (gneiss acides, gneiss basiques, migmatites, micaschistes, cornéennes, amphibolites, calcaires anciens, etc.).

synclinal de Chamonix. Ces deux immenses failles limitent, du côté SE et du côté NW, la grande lame, épaisse de 13 km à peu près et composée de schistes cristallins et de roches granitiques.

Cependant, on remarque facilement sur la carte schématique (fig. 1) une différence entre les contacts anormaux dus aux deux grandes failles complexes.

Dans le Val Ferret italien, le contact du granite et du Mésozoïque témoigne que ce ne sont pas seulement les roches sédimentaires, mais le granite aussi, qui ont été écrasés par la pression.

Dans la vallée de Chamonix, la grande faille complexe a mis en contact les roches sédimentaires avec les schistes cristallins, et grâce à la plasticité considérable de ces deux groupes de roches, les efforts tectoniques ont été atténués.

On se demande alors, où est resté le granite. Les observations détaillées sur le terrain ont permis d'établir que la lame (large de 13 km) située entre deux grandes failles principales, est encore sectionnée en lames plus minces par de très nombreuses failles secondaires. La surélévation de la chaîne du Mont-Blanc (alpine) a pu se réaliser grâce à l'imbrication de ces lames de second ordre. La longueur des failles secondaires est bien entendu variable, mais certaines d'entre elles peuvent être suivies sur des dizaines de kilomètres. L'une de ces failles se voit au pied de la chaîne des Aiguilles-de-Chamonix. Sa longueur totale dépasse 40 km. L'importance structurale de cette faille (I-II sur la fig. 1) réside dans le fait que c'est elle qui a permis la surélévation des masses granitiques des profondeurs jusqu'à la surface.

L'examen de la nature des roches sur les deux lèvres de cette faille est des plus instructifs (voir la fig. 1, ligne I-II). La lèvre nord-ouest est taillée dans des schistes cristallins sur *toute* la longueur de la faille. Sur la lèvre sud-est se voit la succession de trois groupes de roches de composition très différente. En commençant de parcourir la faille par le SW, on voit que sa lèvre sud-est est taillée dans les schistes cristallins. Ensuite on entre dans la zone de métamorphisme de contact et de migmatisation. Les roches de la lèvre sud-est deviennent de plus en plus migmatisées, puis agmatisées pour passer finalement aux anatexites variées. La largeur de cette zone est de 500 m environ. On atteint ainsi le granite et on le suit sur une distance de 25 km avant de rencontrer de nouveau une zone de migmatites qui appartient au côté oriental (BC sur la fig. 1) du parallélogramme limitant la masse granitique visible.

Pour compléter ce tableau, il faut mentionner encore un détail très important : la présence, dans la masse granitique du Mont-Blanc, de nombreuses zones à enclaves (micaschistes, gneiss, cornéennes). Ces enclaves sont de dimensions diverses, allongées, aplaties, pour la plupart en position verticale ; elles forment des traînées orientées, en gros, NS à N10°E. Ces zones représentent selon toute évidence des

reliques de synclinaux ou même de replis secondaires dans la voûte du grand anticlinal à noyau granitique, encadrée de deux zones de métamorphisme (côtés AD et BC du parallélogramme, voir fig. 1). Tout ce complexe a été surélevé grâce à la faille de Chamonix et plus directement par la faille I-II (fig. 1). Cette dernière a coupé l'anticlinal à noyau granitique sous un angle de  $40^\circ$  en moyenne.

Maintenant, il n'est pas difficile de répondre au problème de la disparition brutale du granite. Il est clair que le noyau granitique de l'ancien anticlinal antéhercynien continue dans les profondeurs au N et au S des côtés AB et CD du parallélogramme qui limite en surface la masse granitique. C'est la surélévation lors de l'orogénèse alpine, qui le fait affleurer jusque dans les hauts sommets, dont celui du Mont-Blanc (4807 m). Mais la continuation de la zone granitique vers le N se trouve sous le complexe des schistes cristallins, dans lesquels sont taillés le versant gauche de la vallée de Chamonix et la pente de la rive droite de la Combe de Martigny. Il en est de même sous la chaîne des Aiguilles-Rouges (y compris le Mont de l'Arpille et le soubassement cristallin de la Dent de Morcles et du Grand Chavalard).

Les manifestations granitiques et granodioritiques (de Vallorcine, de Mazeimbro) et l'intense migmatisation de la région de Fully sont, sans aucun doute, en relation, dans la profondeur, avec le noyau de granite du Mont-Blanc. Du reste, le grand anticlinal à noyau granitique n'est pas le seul de son espèce. Il convient de citer ici la zone de gneiss grani-toïde du Brévent, celle du granite Servoz-Porménaz (granite, monzonite, granodiorite), de même que la zone extrêmement migmatisée qui affleure sur la rive gauche du haut glacier de Tré-la-Tête. Les roches de ce dernier lieu présentent de remarquables exemples de passage entre agmatites et anatexites (voir photos 5 et 6 et la « Carte géologique du massif du Mont-Blanc au 1 : 20 000 »).

Les manifestations du métamorphisme de la région de Tré-la-Tête sont identiques, par leur nature, à celles que l'on observe près du sommet du Mont-Blanc, sur tout le versant droit de la partie supérieure du glacier des Bossons, à la base de l'Aiguille-du-Midi et de l'Aiguille-du-Plan, sur le versant gauche du Val Ferret suisse, comme dans la région de Fully.

#### LISTE DES PUBLICATIONS MENTIONNÉES

- BAGGIO, P., ELTER, G. et MALARODA, R. 1960. — Il traforo del Monte Bianco ; prime osservazioni geologiche sul tratto dall'imbocco italiano alla progressiva 1300. *Rendiconti della Classe di Scienze Acad. Nazionale. dei Lincei* (VIII), v. XXVIII, 470.
- et MALARODA, R. 1961. — Il traforo del Monte Bianco ; prime osservazioni geologiche sul tratto dalla progressiva 1300 alla progressiva 2500 (parte italiana). *Id.* (VIII), v. XXX, 908.

- CITA, M. B. 1953. Studi geologici sulla Val Ferret Italiana. *Boll. Serv. geol. It.* 75, 69.
- CORBIN, P. et OULIANOFF, N. 1927-1965. — Carte géologique du Massif du Mont-Blanc (partie franç.) au 1 : 20 000 ; 13 feuilles (les deux dernières en collaboration avec J. BELLIERE), accompagnées de notices explicatives. *Soc. Franc. de Stéréotopogr.*, Paris.
- JUNG, J. 1963. — Précis de pétrographie. Masson, Paris.
- KRUMMENACHER, D. 1959. — Le cristallin de la région de Fully (Valais). *Bull. suisse de Min. et Pétrogr.* 32, 151.
- OULIANOFF, N. 1924. — Le massif de l'Arpille et ses abords. *Mat. Carte géol. de la Suisse* 54 (84) livr.
- 1928. — Sur le plissement ancien dans le massif du Mont-Blanc. *CR XIV<sup>e</sup> Congrès géol. internat.* 1926, à Madrid.
- 1937. — Superposition des tectoniques successives. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* (Lausanne) 59, 429.
- 1947. — Infrastructure des Alpes et tremblement de terre du 25 janvier 1946. *Bull. Soc. géol. de France* 17, 39.
- 1949. — Les problèmes des tectoniques superposées et les méthodes géophysiques. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* (Lausanne) 64, 213, et *Bull. des Labor. de géol., etc. de l'Université de Lausanne*, N<sup>o</sup> 92, 10 pages.
- 1953. — Superposition successive des chaînes de montagnes. « Scientia », Asso-Como, Italie.
- 1959a. — La géologie et les grands tunnels alpins. *Bull. techn. de la Suisse romande* (Lausanne) 9, 121, et « L'Autoroute » (Bâle), N<sup>o</sup> 6, 102.
- 1959b. — L'eau comme sédiment. *Eclogae geol. Helvet.* 51, 696.
- 1964a. — Quelques particularités des lignes directrices tectoniques observées dans les tunnels du Grand-Saint-Bernard et du Mont-Blanc. *Eclogae geol. Helvet.* 56, 867.
- 1964b. — Feldspaths « zonés » dans les enclaves du granite du massif du Mont-Blanc. *Bull. suisse Min. et Pétrogr.* 44, 137.
- WEGMANN, C. E. 1947. — Note sur quelques problèmes de tectonique superposée. *CR Soc. géol. Finlande* XX, 223.

---

*Appendice.* — Pour étayer ses hypothèses, D. KRUMMENACHER utilise même une déclaration d'un étudiant préparant son travail de diplôme (D. K. p. 242) : « Un géologue de Genève, M. O. Ozkoçak, a découvert des lentilles [de Carbonifère] non signalées par N. Oulianoff, dans les parois au-dessus de la route de Martigny à Salvan, au-dessus du point 600 m environ (massif de l'Arpille) ». Toutes les conditions géologiques, tectoniques en particulier, n'admettent pas la réalité du « fait » annoncé dans cette note. Je me suis adressé à M. OZKOÇAK, actuellement géologue pratiquant en Turquie, qui m'a communiqué très aimablement tous les détails concernant cette « trouvaille ». Pour compléter cette documentation j'ai visité moi-même les lieux. Le terrain a confirmé ce que l'on pouvait déjà supposer. Il s'agit d'un de ces pièges dans lesquels la nature attire des novices en géologie. Cette fois-ci le piège prend l'aspect de mylonite, formation très répandue dans le massif des Aiguilles-Rouges. On peut regretter, une fois de plus, que les jeunes géologues ignorent l'article instructif de L. DÉVERIN (« Roches broyées de la région du Simplon ». *Actes Soc. Helv. Sc. nat.* 1942, p. 113).

*Manuscrit reçu le 10 novembre 1964.*



## LÉGENDES DE LA PLANCHE I

*Photo 1.* — Cette photo présente un des nombreux cas qui permettent de mesurer l'orientation des couches des schistes cristallins dans la région de Mazeimbro. Leur direction varie tout en étant le plus souvent N 25° E à N 35° E. Les couches sont inclinées, pour la plupart, au SE, c'est-à-dire vers la vallée du Rhône (de sa partie en amont de Martigny).

*Photo 2.* — Versant du Massif de Sex-Carro dominant le Rhône au S du pont de Dorénaz. (Ce dernier se trouve à gauche du champ de la photo). Le Rhône est masqué par une végétation dense. La pente à nu, au-dessus de la végétation, fait voir le pendage général vers le SE des couches de schistes. Elles sont abondamment imbibées de filons aplitiques et pegmatitiques, dont plusieurs — les plus puissants — sont bien visibles sur la photo. Cette dernière est prise de la rive gauche du Rhône à une distance approximative de 0,5 km de la pente rocheuse.

*Photo 3.* — Paroi de schistes cristallins au S du pont de Dorénaz. La migmatisation des schistes est avancée. La position des couches est verticale. Ici et là, elles sont atteintes par le ployage. La hauteur de cette paroi, dans les limites du cadre de la photo, est de 25 m environ.

*Photo 4.* — Contact discordant (c — c en blanc) du Carbonifère (à gauche) avec des schistes migmatisés. Les couches de ces derniers plongent au SE. (Le marteau long de 50 cm, visible au milieu de la partie inférieure de la photo, sert d'échelle.)

## LÉGENDES DE LA PLANCHE II

*Photos 5 et 6.* — Ces photos représentent deux cas de roches migmatisées dans la région qui s'étend sur la rive gauche du glacier de Tré-la-Tête (voir fig. 1). On voit sur la photo 5 (le piolet, long d'un mètre, sert d'échelle) la migmatisation au stade d'agmatite. De nombreux morceaux, grands et petits de roches de diverses compositions pétrographiques nagent dans la fraction fluide. Il y en a de teinte claire, et d'autres — très foncées. On distingue parmi ces morceaux, dont les uns sont anguleux et les autres très émoussés, des représentants de toute la gamme des schistes cristallins (gneiss alcalins, gneiss plagioclasiques, amphibolites, micaschistes, quartzites, calcaires anciens) qui affleurent sur la rive droite du glacier de Tré-la-Tête. Mais sur cette rive la migmatisation (l'automigmatisation essentiellement) n'est qu'à ses débuts. La cause de cette grande différence réside dans le fait que les deux régions (rive gauche et rive droite du glacier de Tré-la-Tête) sont séparées par une très grande faille (voir III-IV sur la fig. 1) qui a déterminé un important déplacement dans le sens vertical de la masse située au SE de la faille. La photo 6 représente un cas du stade encore plus avancé de migmatisation, tirant vers l'état d'anatexite : la fraction fluide est déjà dominante dans la roche, tandis que les morceaux qui y nagent sont dispersés et rares (Echelle : la partie du marteau visible en bas de la photo mesure 30 cm).





Photo 1

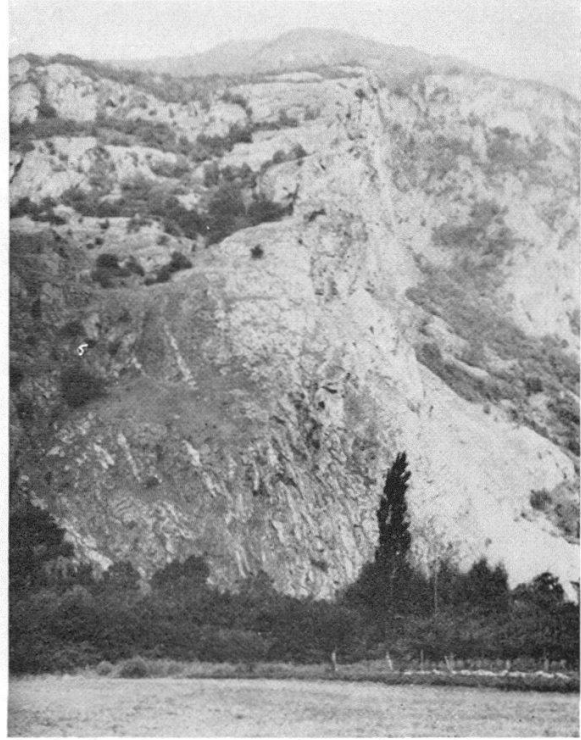


Photo 2



Photo 3

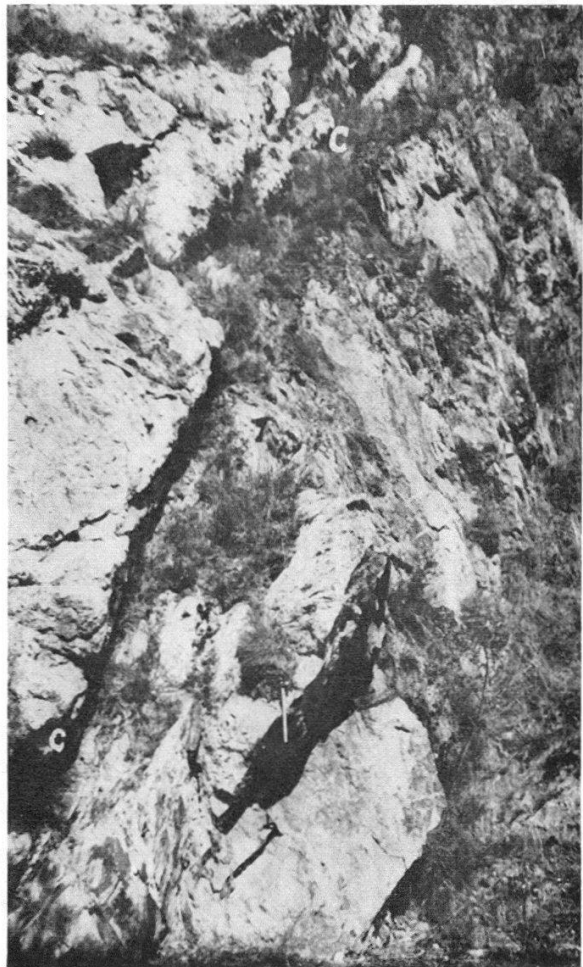
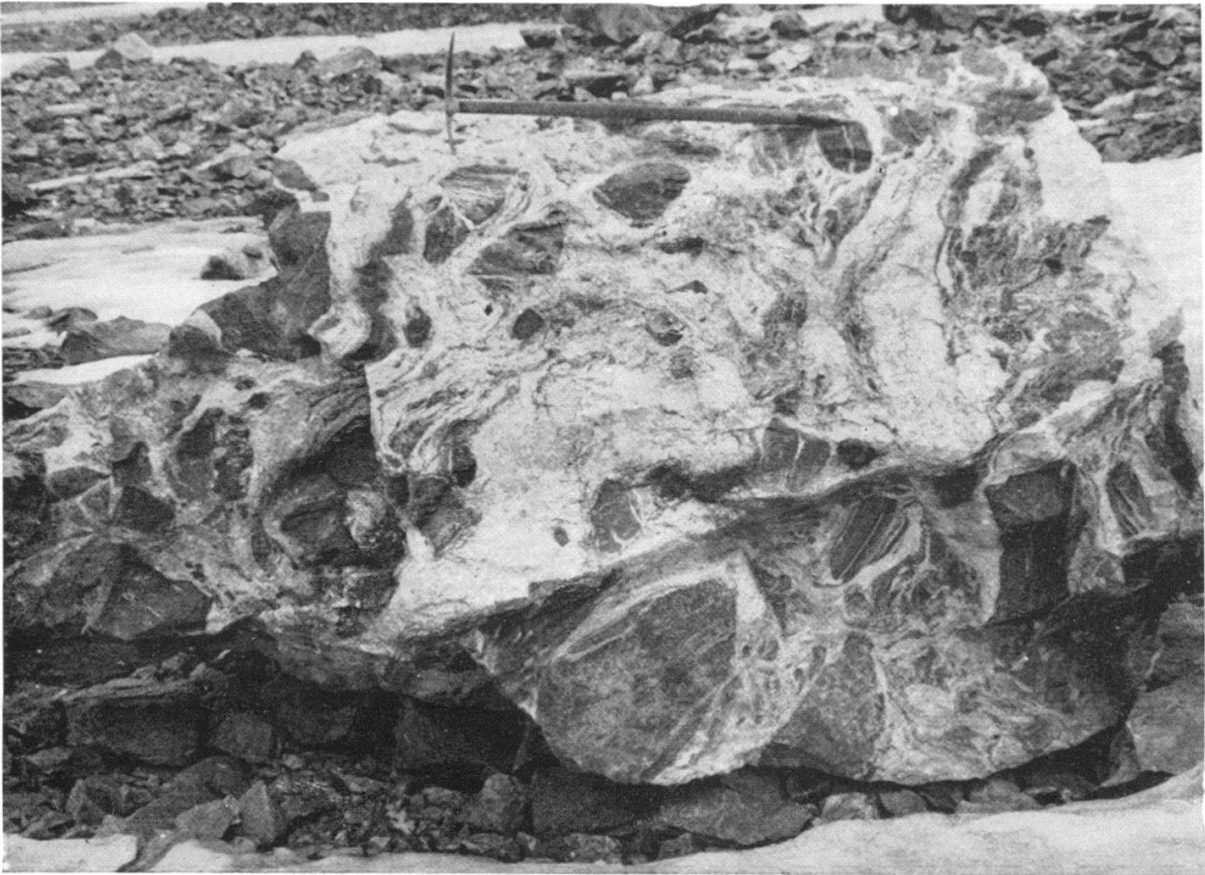


Photo 4



Photos 5 et 6 (légendes à la page 32)

