ÉTUDE GÉOLOGIQUE DU MASSIF CRISTALLIN DES AIGUILLES ROUGES (ALPES DE SAVOIE)¹

par Robert DHELLEMMES

SOMMAIRE

I. - Introduction.

Situation géographique et géologique. Historique des travaux sur la géologie des Aiguilles Rouges. Les principales formations géologiques.

- II. STRUCTURE DE LA RÉGION.
- III. DESCRIPTION DE LA SÉRIE CRISTALLOPHYLLIENNE DES AIGUILLES ROUGES.

Le groupe du Brévent. Le groupe du Lac Blanc. Le groupe de Pormenaz.

IV. - LES GRANITES.

Le granite de Pormenaz. Le granite de Vallorcine.

V. — LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES.

Le Houiller. Le Permien. Le Trias et le Jurassique.

VI. — TECTONIQUE.

VII. - Conclusions.

¹ Diplôme de Géologue-Pétrographe de l'Université de Clermont (1954).

INTRODUCTION

Situation géographique et géologique.

Le massif des Aiguilles Rouges est le plus septentrional des massifs cristallins externes des Alpes françaises. Il est séparé du massif du Mont-Blanc situé au SE par le synclinal de Chamonix. Au NW le soubassement cristallin disparaît sous les formations sédimentaires de la chaîne des Fiz.

Vers le Sud lui font suite les massifs de Belledonne, des Grandes-Rousses et du Pelvoux.

La chaîne des Aiguilles Rouges, de direction générale NNE-SSW, est située pour moitié en France dans le département de la Haute-Savoie; elle se prolonge en Suisse presque jusqu'à la Dent de Morcles.

Elle est limitée vers le Sud par la boucle de l'Arve aux Houches, vers l'Est par la vallée de l'Arve jusqu'à Argentières, puis par celles de l'Eau Noire et du Salvan. Les limites ouest coïncident en gros avec celles de la couverture sédimentaire.

La région étudiée comprend la partie française du massif, c'est-à-dire la chaîne des Aiguilles Rouges proprement dite, de l'Aiguillette du Brévent à l'Aiguille de Mesure, et la chaîne des Perrons, de l'Aiguille de Loriaz au col du Passet. Elle déborde en outre les limites indiquées plus haut pour englober la montagne des Posettes à l'Est de Vallorcine et la montagne de Pormenaz, située entre les gorges de la Diosaz qui la séparent de l'Aiguillette, et le torrent du Souay.

La partie française de la chaîne est très homogène, sa ligne de crête, longue de plus de 15 km, du Brévent au Grand Perron, n'est interrompue qu'une fois par le confluent des torrents de Bérard et de Tré-les-Eaux. Son altitude moyenne dépasse 2500 m, et elle culmine à 2966 m à l'Aiguille du Belvédère située dans sa partie médiane.

Les pentes du versant de Chamonix sont très boisées jusqu'à 2000 m; au delà la forêt de sapins et de mélèzes fait place aux rhododendrons et aux herbes. Vers 2300 m, on atteint les éboulis et les aiguilles dominant de nombreux petits lacs. Le versant nord-ouest est beaucoup plus sauvage; la vallée de la Diosaz est d'ailleurs beaucoup plus étroite et plus élevée que celle de l'Arve. Aucune forêt; on se trouve immédiatement dans la zone des herbes et des éboulis. Entre les aiguilles, de nombreux petits glaciers sont suspendus : glacier de Bérard, d'Anneuley, de Beugeant, glacier du Mort, etc...

Historique des travaux sur la géologie des Aiguilles Rouges.

La première étude géologique des Aiguilles Rouges est duc à H.-B. DE SAUSSURE qui fut à la fois le fondateur de la géologie alpine et de l'alpinisme. Ses observations sont consignées dans les « Voyages dans les Alpes » parus de 1779 à 1796.

Un siècle après, A. FAVRE (1867) ² reprend l'étude de cette région et fait de nombreuses et très exactes observations.

Quelques années plus tard, A. MICHEL-LÉVY—(1890, 1892) publie les résultats de ses observations pétrographiques. Quant à E. Jou-kowsky (1902), rebuté par les difficultés qu'il avait à distinguer des ensembles dans les formations cristallophylliennes des Aiguilles Rouges, il se borne à étudier dans le détail les amphibolites et éclogites du lac Cornu.

Il convient également de citer les travaux de E. Haug, M. Lugeon et P. Corbin (1902), de P. Termier (1901) et de L.-W. Collet et E. Parejas (1920).

La première carte vraiment détaillée est due à P. Corbin et N. Oulianoff qui effectuèrent les levers des massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges sur le nouveau fond topographique Vallot, au 1/20 000° (1927). Il est à noter que ce travail de grande précision est uniquement descriptif et qu'il n'a pas été poursuivi dans la région de l'Aiguille de Mesure et dans la chaîne des Perrons. Ces auteurs distinguent un complexe du Brévent, un complexe de Pormenaz et un complexe Aiguille du Goûter - Vallorcine. Nous distinguerons comme eux un groupe du Brévent et un groupe de Pormenaz; mais nous n'avons pu maintenir le nom du complexe Aiguille du Goûter - Vallorcine, qui provient de ce que N. Oulianoff et P. Corbin ont mené simultanément l'étude des Aiguilles Rouges et du massif du Mont-Blanc. La partie de ce complexe située dans les Aiguilles Rouges portera dans le présent travail le nom de groupe du lac Blanc.

Les principales formations géologiques,

Notre étude porte principalement sur le socle cristallin; en ce qui concerne les formations sédimentaires, nous nous bornerons à signaler leurs rapports avec les roches cristallophylliennes et quelques caractères particuliers dus au métamorphisme.

Nous distinguerons les trois ensembles suivants :

² Les dates entre parenthèses renvoient à la notice bibliographique.

- a) La série cristallophyllienne des Aiguilles Rouges.
- Elle comprend:
- Le groupe du Brévent, composé de gneiss et de migmatites; il correspond au complexe du Brévent de N. Oulianoff;
- Le groupe du lac Blanc, formé de gneiss différant de ceux du Brévent par une forte chloritisation et une légère cataclase. Ce groupe correspond au complexe Aiguille du Goûter-Vallorcine;
- Le groupe de Pormenaz qui comprend des gneiss complètement mylonitisés, et correspond au complexe de Pormenaz, dans lequel N. Oulianoff avait également inclus le granite de Pormenaz.
 - b) Les granites, où nous avons distingué:
 - Le granite de Pormenaz qui est un granite syntectonique:
 - Le granite de Vallorcine, de caractère post-tectonique.
 - c) Les terrains sédimentaires, représentés par :
 - → Le Houiller composé de conglomérats, grès et schistes;
 - Le Permien, formé de schistes sériciteux et chloriteux;
 - Le Trias, qui comprend des quartzites et des schistes;
 - Le Lias constitué de schistes sériciteux.

II. STRUCTURE DE LA REGION

Trois coupes, orientées EW, transversalement à la direction générale des formations, permettent de dégager la structure d'ensemble du massif.

La première coupe (fig. 1, A) située dans la partie nord de la chaîne passe par la pointe de la Terrasse et le hameau de la Villaz. De l'W vers l'E nous trouvons successivement : au sommet de la pointe de la Terrasse des formations sédimentaires subhorizontales du Trias en discordance sur les gneiss du groupe du Brévent qui affleurent jusqu'à la vallée de l'Eau Noire. Immédiatement à l'W des chalets de Loriaz, les gneiss prennent un faciès migmatitique sur 500 m environ; ce sont les embréchites du Brévent. Gneiss et embréchites ont une schistosité plongeant environ à 70-80° vers l'E et de direction moyenne 20° E. Nous trouvons ensuite, sur la rive droite de l'Eau Noire, le granite de Vallorcine intrusif dans les gneiss et bordé à l'E par une nouvelle bande de gneiss qui, cette fois, sont mis en contact avec le granite par une faille. La coupe se termine à l'E dans les conglomérats et schistes du Houiller en concordance apparente avec les roches cristallophylliennes.

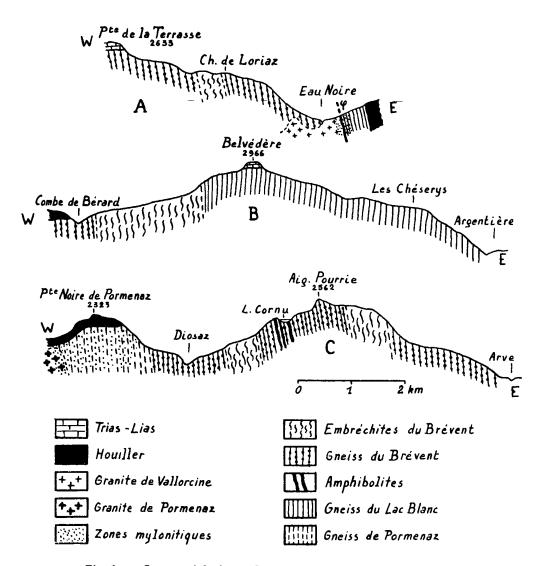


Fig. 1. — Coupes géologiques dans le massif des Aiguilles Rouges.

La deuxième coupe (fig. 1, B) passe par le sommet de l'Aiguille du Belvédère et recoupe la vallée à 500 m au Nord d'Argentière. Elle montre successivement, de l'W vers l'E: les gneiss du groupe du Brévent recouverts en discordance par du Houiller, puis une large bande d'embréchites stratoïdes du Brévent. Viennent ensuite en concordance de schistosité cristallophyllienne avec les embréchites, les gneiss chloriteux du groupe du lac Blanc, qui forment le socle de l'Aiguille du Belvédère et tout le versant est de la chaîne jusqu'à la vallée de l'Arve. Au sommet du Belvédère se trouvent quelques assises sédimentaires mésozoïques, horizontales et en discordance sur les gneiss verticaux.

La troisième coupe (fig. 1, C) faite dans la partie méridionale du massif passe par le sommet de la Pointe Noire de Pormenaz, par le lac Cornu et l'Aiguille Pourrie. La partie occidentale de cette coupe située dans les roches du groupe de Pormenaz montre des gneiss chloriteux recouverts en discordance par des conglomérats et des grès du Houiller. Un peu à l'W du sommet de la Pointe Noire, ces gneiss sont traversés par une bande du granite de Pormenaz. Toutes ces roches du groupe de Pormenaz sont fortement mylonitisées. Au delà de la Diosaz, la coupe continue dans les gneiss à biotite du groupe du Brévent qui affleurent jusqu'à la vallée de l'Arve. De part et d'autre de l'Aiguille Pourrie ces gneiss prennent un faciès embréchitique sur deux larges bandes orientées N-S. La schistosité cristallophyllienne des gneiss et embréchites du Brévent est très constamment de direction N-S et plonge vers l'E à 80° environ. Dans la région du lac Cornu de nombreux bancs d'amphibolites sont inclus dans les gneiss parallèlement à leur schistosité.

Ces trois coupes situent en gros les rapports des distérentes roches sur le terrain. Nous voyons :

- 1° que le massif est constitué par un socle cristallin antécarbonifère recouvert en discordance par du Houiller et du Secondaire;
- 2° que les trois ensembles du Brévent, du lac Blanc et de Pormenaz sont constitués par des formations presque verticales, qu'on ne peut distinguer aucune superposition de l'un par rapport à l'autre et qu'ils semblent appartenir à une série unique.

Nous passerons maintenant à une étude pétrographique grâce à laquelle nous essayerons de retrouver les origines des différentes formations et les transformations successives qui les ont affectées.

III. DESCRIPTION DE LA SERIE CRISTALLOPHYLLIENNE DES AIGUILLES ROUGES

Le groupe du Brévent.

Il affleure dans deux régions distinctes (fig. 2) :

- 1° la région du Brévent, couvrant les deux versants de la chaîne depuis l'Aiguillette des Houches jusqu'à l'Aiguille de la Floriaz:
 - 2º la chaîne des Perrons.

Nous étudierons tout d'abord la région du Brévent, composée d'embréchites et de gneiss renfermant différentes enclaves et des bancs d'amphibolites, puis les embréchites et les gneiss de la chaîne des Perrons.

1° La région du Brévent.

Les embréchites. — La partie centrale de cette région est formée d'une bande d'embréchites qui semble presque continue du sommet du Brévent jusqu'au fond de la combe de Balme, bien que nous n'ayons pu la suivre dans les éboulis de la combe de la Floriaz et sur certaines parties de la crête. Une autre bande moins importante affleure aux environs des chalets de Charlanoz. Ces embréchites ont une schistosité cristallophyllienne sensiblement orientée N-S et plongeant environ à 80° vers l'E. Leur type, pris au sommet du Brévent, présente une variation assez faible mais continue du S au N: alors qu'elles sont presque uniquement à biotite au Brévent, elles montrent un enrichissement progressif en muscovite lorsqu'on se rapproche de la combe de Balme. Leur faciès assez uniforme présente toutefois localement le caractère œillé, notamment au clocher de Planpraz et 300 m à l'Ouest de l'hôtel « Altitude 2000 ».

L'étude de quelques lames montre la composition de ces embréchites.

Lame mince nº 4757: Embréchite, sommet du Brévent.

Quartz,
Microcline,
Plagioclases rares,

Biotite abondante, Muscovite, chlorite et apatite en faibles proportions.

La structure est imbriquée hétérogranulaire; on observe de la myrmékite bien conservée.

Lame mince nº 4785 : Embréchite, chalets de Balme.

Quartz, Microcline, Andésine An ⁸⁰, Muscovite, Un peu de biotite chloritisée.

La structure est également imbriquée hétérogranulaire et les plagioclases myrmékitisés.

Les gneiss. — Les embréchites renferment quelques septa de gneiss; de part et d'autre elles sont bordées également de gneiss qui forment les deux versants NW et SE de la chaîne jusqu'aux vallées de l'Arve et de la Diosaz. Ces gneiss sont en concordance de schistosité avec les embréchites. Ils sont en général à biotite, mais montrent localement un enrichissement en muscovite. Au Sud, la montagne de l'Aiguillette est entièrement formée d'alternances de gneiss et de micaschistes à biotite et muscovite; ces derniers présentent, immédiatement au Sud du sommet du Brévent, une remarquable richesse en grosses paillettes de muscovite.

L'étude micrographique de quelques lames donne les résultats suivants :

Lame mince nº 4586: Gneiss, la Floriaz.

Quartz, Microcline, Plagioclases rares, Biotite abondante, Un peu de muscovite, Séricite, Limonite.

Le fond de la roche est microlépidoblastique avec des phénoblastes orientés de biotite, muscovite et quartz. La structure est légèrement cataclastique.

Lame mince nº 4676: Micaschiste, Plan de Bénoï.

Quartz, Microcline, Limonite, Pyrite,

Biotite abondante, Muscovite,

Grenat mélanite (pseudomorphosé partiellement en ilménite).

La structure est lépidoblastique, les phyllites sont groupés en lits renflés par endroits.

Les enclaves. — A 50 m de la Brèche par où passe le sentier Brévent-Planpraz, nous avons remarqué une grosse enclave de quartzite à grenats. Cette enclave de 3 à 4 m de long sur 1.50 m de large donne au microscope la composition suivante :

Lame mince nº 4781 : Enclave de quartzite à grenats, le Brévent.

Quartz, Grenat, Biotite. Epidote, Magnétite, Limonite.

Les quartz sont imbriqués et les grenats très abondants semblent groupés entre les quartz. La biotite est très chloritisée.

Egalement à proximité de la Brèche nous avons trouvé un filon de pegmatite et, plus haut, dans la région située entre le col Cornu et les lacs Noirs, de nombreux filons d'aplite.

Les amphibolites. — Un trait marquant de la région du lac Cornu et des lacs Noirs est l'abondance des bancs d'amphibolites inclus dans les gneiss parallèlement à leur direction de schistosité qui est toujours sensiblement N-S. Ces bancs d'amphibolites sont particulièrement bien visibles lorsqu'ils recoupent transversalement les crêtes, notamment à droite du col Cornu lorsqu'on vient de Planpraz. Nous pouvons alors observer qu'ils disparaissent rapidement en profondeur. D'autre part, leur structure rubanée et leur association fréquente avec des lentilles de calcaires anciens sont des arguments en faveur de leur origine sédimentaire.

Certaines de ces amphibolites sont extrêmement riches en grenats. Au Sud du lac du Brévent, on trouve également quelques enclaves d'amphibolites, mais elles ne forment pas des bancs continus.

Voici la composition de quelques échantillons :

Lame mince nº 4779: Amphibolite à grenats, lac Cornu.

Quartz, Grenats,

Plagioclases, Epidote, calcite, rutile, Hornblende verte et brunc, Magnétite, oligiste, ilménite.

La hornblende et les grenats sont extrêmement abondants; les cassures de ces derniers, qui sont probablement du pyrope, sont remplies de kélyphite. La structure est diablastique.

Lame mince nº 4783: Amphibolite à grenats, chemin Planpraz - lac Cornu.

Quartz, Calcite rutile, Microcline, Grenat,

Hornblende verte, Magnétite, oligiste, limonite.

Quelques gros grenats sont automorphes, d'autres plus petits sont groupés en agrégats.

Lame mince nº 4782: Enclave d'amphibolite, le Brévent.

Quartz, Hornblende verte, Plagioclases, Calcite.

Dans aucune de nos lames nous n'avons observé de pyroxène. E. Joukowsky (1902) décrit pourtant plusieurs échantillons contenant du diopside. Toutefois il ne mentionne pas la présence d'omphazite, et le terme d'éclogite employé par cet auteur paraît impropre. Nous admettrons qu'il y a association d'amphibolites et de pyroxènites à grenats.

Il est à noter également dans la région des lacs Noirs l'existence de quelques petits bancs de schistes graphiteux, intercalés dans les gneiss; leur épaisseur ne dépasse pas un mètre.

2° La chaîne des Perrons.

Dans le Nord du Massif nous retrouvons les formations du groupe du Brévent. Toute la chaîne des Perrons, de l'Aiguille du Charmoz au col du Passet, est formée d'embréchites et de gneiss.

Les embréchites. — Elles forment une bande large de 500 à 1000 m, orientée N-S, passant par le grand Perron et se prolongeant

vers le S au delà du Torrent de Bérard jusqu'à la Tête des Montets. Elles présentent localement des plis synmigmatiques dans l'éperon séparant le Creux à l'Ours de l'alpage de Loriaz; ce faciès est trop localisé pour qu'on puisse parler d'une zone d'anatexites.

Les gneiss. — Les embréchites sont flanquées à l'E et à l'W de gneiss généralement à biotite; ceux-ci montrent toutesois un enrichissement en muscovite localisé dans la région du col et de la pointe de la Terrasse. La direction de schistosité cristallophyllienne, moins régulière que dans la zone de Brévent, oscille de 40° environ autour de la ligne N-S et elle plonge vers l'E à 75° environ.

A la base du versant est de la chaîne des Perrons, les gneiss sont traversés par des pointements du granite porphyroïde de Vallorcine sur lequel nous reviendrons ultérieurement.

L'étude d'une lame faite dans les embréchites des Perrons montre une composition identique à celle d'un échantillon pris aux chalets de Balme.

Lame mince nº 4780 : Embréchite, le Creux à l'Ours.

Quartz,
Microcline,
Oligoclase An ²⁶,
Biotite et biotite chloritisée,
Chlorite,
Muscovite.

On y trouve quelques quartz poecilitiques et de la myrmékite dans les plagioclases. La muscovite est plus abondante que la biotite, et cette dernière est en partie chloritisée.

Conclusion.

Le groupe du Brévent semble résulter du métamorphisme d'une série essentiellement pélitique ayant donné naissance aux gneiss que l'on peut considérer comme étant d'origine sédimentaire. Dans les schistes pélitiques existaient des intercalations de grès, de marnes et de calcaires dont les enclaves actuelles de quartzites, d'amphibolites et de cipolins sont les témoins. Au métamorphisme de recristallisation s'est ajouté un métamorphisme d'apport qui a produit les embréchites du Brévent. Ces embréchites ne forment pas la base de la série cristallophyllienne, elles se présentent en gisement interstratifié dans les gneiss; ce sont des embréchites stratoïdes que l'on ne peut considérer comme des migmatites fondamentales.

La série cristallophyllienne semble avoir été reprise ultéricurement par un léger métamorphisme dans une zone à chlorite. En effet, dans les embréchites, aussi bien au Brévent qu'aux Chalets de Balme ou dans les Perrons, on trouve un peu de biotite chloritisée. D'autre part, dans les micaschistes du Plan de Benoï, sur la Montagne de l'Aiguillette, on trouve du grenat mélanite pseudo-morphosé en ilménite; ceci semble également indiquer une rétromorphose.

Le groupe du lac Blanc.

Ce groupe constitue l'arète principale des Aiguilles Rouges, de l'Aiguille de la Floriaz à celle de Loriaz, le versant SE de la chaîne depuis la Flégère jusqu'au col des Montets, tout le cirque de Bérard et le val de Tré-les-Eaux. Il faut y adjoindre également le versant ouest de la montagne des Posettes.

Cette région est formée presque uniquement de gneiss, avec toutefois quelques septa de micaschistes dans les environs du col des Montets. La caractéristique principale des roches de ce groupe est la chloritisation de la biotite qui est beaucoup plus poussée que dans le groupe du Brévent, de même que la séricitisation des feldspaths, et l'accentuation des phénomènes de cataclase qui conduit par endroits à de véritables mylonites.

La variation de la chloritisation entre les gneiss du groupe du lac Blanc et ceux du groupe du Brévent se fait progressivement; elle est de plus difficile à apprécier sur le terrain, aussi les limites cartographiques des deux groupes sont assez imprécises.

Les gneiss. — Le type du groupe est représenté autour du lac Blanc et à la Flégère : c'est un gneiss extrêmement riche en biotite fortement chloritisée, renfermant un peu de muscovite, et dont les feldspaths sont très séricitisés.

Lame mince nº 4587: Gneiss, la Flégère.

Quartz, Microcline, Plagioclases,

Biotite chloritisée, Chlorite, Muscovite, séricite.

Les plagioclases sont très séricitisés, la chlorite abondante, et toute la biotite fortement chloritisée. La roche est formée de petits grains de quartz, de feldspaths broyés et de gros cristaux de quartz qui semblent s'être formés tardivement. Un autre échantillon prélevé à l'Aiguillette d'Argentière donne une composition analogue :

Lame mince nº 4588: Gneiss, Aiguillette d'Argentière.

Microcline, Andésine An 34-38, Biotite chloritisée, Chlorite,

Muscovite, limonite.

La chlorite est très abondante, la biotite en faible quantité est presque totalement chloritisée et les feldspaths sont très altérés La structure est granolépidoblastique. Les gneiss formant l'Aiguille de la Persévérance située au centre du groupe du lac Blanc sont caractérisés par leur extrême richesse en biotite chloritisée. Un autre échantillon, pris au col des Montets, fait voir une structure cataclastique très nette:

Lame mince nº 4585: Gneiss, col des Montets.

Quartz, Muscovite,
Microcline, Chlorite,
Plagioclases, Limonite.

Les phénocristaux de quartz et de feldspath sont brisés; les cassures et les intervalles entre les cristaux sont remplis d'une mosaïque de petits grains broyés et d'un feutrage de séricite.

La mylonitisation est particulièrement intense dans une bande orientée SW-NE, partant des Chéserys, passant au col des Montets et englobant le versant ouest de la Montagne des Posettes, de la crête jusqu'au torrent de l'Eau Noire. Un échantillon pris aux Posettes est bien caractéristique de cette mylonitisation.

Lame mince nº 4772: Gneiss mylonitisé, Pilier P.L.M.

Quartz, Chlorite, Microcline, Séricite, Andésine An 30-84, Limonite.

Les quartz et les feldspaths sont tordus et brisés; du quartz secondaire remplit les cassures; dans les intervalles : minéraux broyés et séricite.

Sur la bordure ouest de la zone de forte mylonitisation nous avons observé des bandes d'ultramylonites feuilletées. Ceci nous a fait conclure à l'existence d'une faille suivant la rive droite de l'Eau Noire et la combe de la Remuaz. Il est probable que la faille n'est pas étrangère à la formation de la combe.

Les ultramylonites sont visibles au-dessus du chemin allant du col des Montets à la cabane de la Remuaz, environ aux deux tiers du parcours, et sur la route de Vallorcine à Martigny, 50 m avant le poste des douanes françaises. L'orientation NE-SW de la faille nous conduit à lui assigner un âge alpin.

Les gneiss sont en contact avec le granite de Vallorcine près de la frontière suisse, et ils sont traversés à l'W de la combe de la Remuaz par un autre pointement de ce granite. Nous avons en outre observé des filons au-dessus du col des Montets, et dans les parois de l'Aiguille de la Persévérance où ils sont particulièrement nombreux. Aux Chéserys nous avons trouvé un filon d'aplite à tourmaline. Nous reviendrons en détails sur ces granites au chapitre IV.

Les enclaves. — La série cristallophyllienne du lac Blanc renferme des enclaves témoignant de son origine sédimentaire. Nous avons trouvé sur la rive nord des gorges de Tré-les-Eaux une bande de cornéennes incluse dans les gneiss chloriteux et, entre le lac Blanc et la Flégère, une autre bande de cornéennes à amphibole donnant au microscope la composition suivante :

Lame mince nº 4583 : Cornéenne à amphibole, les Chéserys.

Quartz, Trémolite, Hornblende verte. Epidote, zoïzite, Biotite chloritisée.

Aux abords immédiats du lac Blanc inférieur, 50 m à l'E du refuge, nous avons observé des enclaves fusiformes, très riches en quartz, parallèles ou légèrement obliques par rapport à la schistosité du gneiss. L'étude micrographique de l'une de ces enclaves donne les résultats suivants :

Lame mince nº 4669: Enclave dans les gneiss, lac Blanc.

Gros cristaux irréguliers de quartz, Pâte fine formée de quartz, feldspaths et séricite, Un peu d'amphibole.

Il est remarquable que le fond du gneiss de la Flégère (lame mince n° 4587) a une allure semblable à la trame de l'enclave du lac Blanc. Les gneiss semblent pouvoir dériver de cette roche par simple développement de cristaux de quartz, de feldspaths et de phyllites.

Dans le val de Bérard, nous avons trouvé des enclaves quartziques analogues et, sur la rive du lac Blanc, une amande de cipolin de 30 cm environ.

La région du lac Blanc comprend aussi quelques terrains sédimentaires du Trias et du Jurassique en couches horizontales formant le sommet de l'Aiguille du Belvédère. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette particularité.

Conclusion:

La série cristallophyllienne du lac Blanc semble, comme celle du Brévent, dériver d'une série sédimentaire pélitique, par un métamorphisme de recristallisation; mais elle n'a pas subi de migmatisation. Elle a été reprise ultérieurement par un second métamorphisme dans une zone à chlorite. Sur plusieurs échantillons, et notamment sur ceux prélevés dans le val de Bérard, nous avons observé une alternance de bandes à biotite presque intacte et de bandes à biotite fortement chloritisée. Ceci montre que la chloritisation de la biotite est un phénomène secondaire indépendant du premier métamorphisme.

La rétromorphose est beaucoup plus intense et beaucoup plus constante dans les roches du groupe du lac Blanc que dans celles du groupe du Brévent. C'est ce qui nous a amené à faire une distinction entre ces deux groupes.

La série du lac Blanc fut, d'autre part, soumise à une mylonitisation plus forte dans sa partie est où s'est produite la faille de la Remuaz. Il n'est pas possible d'affirmer que la faille est contemporaine de la rétromorphose, mais il est vraisemblable qu'on peut attribuer à toutes deux un âge alpin.

Le groupe de Pormenaz.

Cet ensemble se distingue des groupes du Brévent et du lac Blanc par une mylonitisation non plus accidentelle, mais constante et beaucoup plus poussée.

Sa partie principale, formant le socle de la montagne de Pormenaz, est constituée de gneiss très riches en chlorite, traversés par des veines granitiques, le tout fortement mylonitisé. Ces gneiss se continuent vers le Sud en une bande qui longe à sa base le versant ouest de la montagne de l'Aiguillette. Parallèlement à cette bande, nous trouvons plus au SW des roches cornées plus ou moins schisteuses qu'il est difficile de séparer des gneiss. Nous étudierons successivement les gneiss et les roches cornées.

Les gneiss. — Le type moyen des gneiss de Pormenaz est difficile à définir car la roche change continuellement d'aspect. Néanmoins, quelques échantillons prélevés aux Moulins-d'en-Haut, sous la paroi SW de la montagne de Pormenaz, semblent pouvoir représenter le faciès le plus caractéristique. L'apparence est celle d'un gneiss extrêmement chloriteux mal lité donnant l'impression, même lorsqu'on le regarde à l'œil nu, d'avoir été fortement broyé. L'étude en lame mince donne les caractères suivants:

Lame mince nº 4764: Gneiss mylonitisé, Combe de Rochy.

Quartz, Microcline, Chlorite, Séricite, Limonite, Oligiste.

Entre les phénocristaux de microcline brisés on trouve du quartz recristallisé, et une purée de feldspaths et de séricite.

Ailleurs la roche, plus mylonitique encore, semble-t-il, perd son allure de gneiss pour prendre un aspect corné mais non homogène où l'on distingue quelques taches plus blanches correspondant à des parties plus feldspathiques, sur un fond verdâtre. Au microscope la composition minéralogique se montre identique à celle observée dans la lame mince 4764, mais les gros cristaux de

feldspaths sont beaucoup plus rares, très arrondis et littéralement noyés dans une purée de minéraux broyés et de séricite.

Dans les gorges de la Diosaz, une bande de gneiss se montre lellement riche en chlorite que la roche prend l'aspect d'un schiste chloriteux; toutefois au microscope, elle révèle une composition de gneiss.

Lame mince nº 4843: Gneiss chloriteux, gorges de la Diosaz.

Quartz, – Chlorite.
Andésine An 35, Epidote,
Microcline, Calcite.

La chlorite très abondante est groupée en lits anastomosés. La structure est beaucoup moins cataclastique que dans les gneiss signalés précédemment, mais il y a encore des plagioclases brisés avec du quartz recristallisé et de la chlorite dans les cassures.

Dans toute la montagne de Pormenaz, il est impossible de définir une direction de schistosité cristallophyllienne, celle-ci étant rarement visible d'une part et, d'autre part, très variable dans les rares secteurs où elle est observable. De même il n'a pas été possible de déceler une orientation dans les efforts tectoniques ayant provoqué la mylonitisation.

Vers le Nord, dans la région du Plane, du Pertuis et d'Ecuelle, les gneiss deviennent progressivement plus normaux; ils renferment biotite et chlorite, mais sont encore légèrement mylonitisés. Leur plan de schistosité devient à peu près constant N-S et incliné de 30 à 70° vers l'E. Dans toute cette région du versant est de la montagne de Pormenaz, le passage des gneiss du groupe de Pormenaz à ceux du groupe du Brévent se fait progressivement en concordance de schistosité. Nous avons fixé arbitrairement la limite 500 m à l'W de la Diosaz, pour la région située en amont de la Bajule. Sur le versant SW de l'Aiguillette, le contact des deux groupes est complètement masqué par du Houiller discordant.

Les gneiss de Pormenaz sont traversés par une bande granitique d'environ 500 m de large, allant approximativement des chalets de Chavanne au chalet de Fer, et par de nombreux filons de quartz et de microgranite. Nous étudierons ces veines granitiques au chapitre IV.

Les roches cornées. — Elles affleurent à la base du versant SW de l'Aiguillette, immédiatement à l'W des gneiss. Leur faciès le plus répandu est celui d'une cornéenne compacte donnant au microscope la composition suivante :

Lame mince nº 4844: Cornéenne, Les Houches.

Quartz très abondant, Séricite en grande quantité,

Quelques plagioclases, Chlorite, Un peu de microcline, Calcite.

Le quartz est recristallisé et la séricite orientée.

Nous n'avons pu observer ces cornéennes en contact direct avec les gneiss de Pormenaz, mais nous les avons vu évoluer progressivement vers des faciès plus schisteux et verdâtres semblant faire transition avec les gneiss chloriteux. Toutefois il est impossible de définir les rapports exacts de ces deux formations.

Conclusion.

Il paraît raisonnable de penser que les roches du groupe de Pormenaz sont des paragneiss. Nous avons d'ailleurs trouvé à Ecuelle, quelques petits lambeaux de schiste graphiteux inclus dans les gneiss. Mais alors que les phénomènes de chloritisation qui se manifestent dans les groupes du lac Blanc et du Brévent paraissent en relation avec le métamorphisme, le caractère dominant du groupe de Pormenaz est l'intensité de la cataclase et de la mylonitisation. Il semble que l'on se trouve sur une zone de dislocation importante dans la géologie régionale.

IV. LES GRANITES

Les roches cristallophylliennes du massif des Aiguilles Rouges sont traversées par de nombreuses venues granitiques. En aucun point ces granites ne sont intrusifs dans des terrains houillers ou plus récents; toutes ces intrusions sont donc antécarbonifères.

Nous avons distingué deux sortes de granites : le granite de Pormenaz et le granite de Vallorcine.

Le granite de Pormenaz.

Gisement.

Le granite de Pormenaz affleure en une bande de 500 m de large, orientée N-S, allant du chalet du Fer, sur la rive gauche de la Diosaz, jusqu'aux chalets de Chavanne, 1 km au SW du sommet de la Pointe Noire de Pormenaz. Au Nord de Chavanne la bande granitique disparaît sous la couverture de terrains houillers. Les

limites du granite avec les gneiss encaissants sont floues, celui-ci paraissant migmatitique sur les bords. Il envoie également de nombreux filons dans les gneiss, aussi bien dans la montagne de Pormenaz que dans celle de l'Aiguillette.

Faciès.

Le granite de Pormenaz a un aspect très particulier: sur un fond verdâtre, qui doit sa couleur à l'abondance de la chlorite et de l'amphibole, se détachent de gros porphyroblastes de microcline rose pouvant atteindre 4 ou 5 cm; d'autres feldspaths roses, de dimensions plus faibles, parsèment la roche. Cette roche a un aspect légèrement rubané dû à l'alignement des feldspaths, toutefois les phénocristaux sont souvent obliques par rapport à cet alignement. Les porphyroblastes sont en général frais et sans cassures, mais, par endroits, ils sont brisés et parfois le granite est complètement mylonitisé. La mylonitisation est particulièrement intense dans les filons microgranitiques.

Alors que partout les gneiss de Pormenaz sont complètement mylonitiques, le granite présente des parties très broyées et d'autres intactes. Ceci nous amène à penser que la venue granitique s'est produite pendant la mylonitisation et que le granite de Pormenaz est un granite syntectonique alors que le granite de Vallorcine est post-tectonique.

Aux Moulins-d'en-Haut nous avons observé dans un très petit secteur l'injection lit par lit des gneiss de Pormenaz par des filonnets microgranitiques.

Etude micrographique.

Lame mince nº 4674: Granite de Pormenaz, Le Souay.

Quartz, Chlorite,
Microcline (2 V = -74-78°), Hornblende verte,
Plagioclases, Sphène,
Biotite chloritisée, Magnétite.

La structure est nettement cataclastique: les phénocristaux de microcline et de plagioclases sont brisés, tordus. Entre ces phénoblastes: quartz recristallisé, feldspaths en petits grains brisés, phyllites. La biotite est chloritisée. Quelques grosses sections de sphène.

Lame mince nº 4765: Mylonite, les Moulins-d'en-Haut.

Quartz, Séricite, Microcline, Limonite. Biotite chloritisée,

La roche est complètement mylonitique, le quartz est recristallisé, étiré; le fond est sériciteux. On reconnaît encore quelques gros quartz et feldspaths du granite,

Le granite de Vallorcine.

Gisement.

Le granite de Vallorcine affleure dans la partie nord du massif, sous forme de quelques gros pointements : à l'W de Vallorcine, au hameau du Couteray, à la cascade du Dard sur le torrent de Barberine, et dans le versant est de la montagne de Barberine. Il affleure également en une longue bande sur la rive droite de l'Eau-Noire, depuis Vallorcine jusqu'à la frontière suisse. On le retrouve encore plus au Sud entre la combe de la Remuaz et l'Aiguille de la Persévérance.

Ce granite est intrusif: autour des gros pointements on voit des filons pénétrant dans les gneiss. A 500 m au NW de Vallorcine nous avons observé une intrusion caractéristique dans laquelle la schistosité des gneiss presque perpendiculaire au filon se rebrousse aux épontes et tend à devenir parallèle à celles-ci. Pour ce qui est de la bande parallèle au torrent de l'Eau-Noire, le caractère intrusif du granite est caché par les alluvions de fond de vallée et à l'E le contact se fait par une zone très mylonitique due à la faille de la Remuaz. Dans cette zone broyée, il est parfois impossible de reconnaître si on est en présence d'une mylonite de gneiss ou de granite.

Le contact de l'affleurement granitique de la Remuaz avec les gneiss est également intrusif : on voit de nombreux filons dans les parois de l'Aiguille de la Persévérance; toutefois la zone mylonitique de la Remuaz a légèrement touché le bord est de l'affleurement.

Faciès.

Le granite de Vallorcine est un granite porphyroïde classique: la pâte est de grain assez gros (2 mm environ); on y distingue facilement le quartz, les feldspaths, la biotite, assez abondante, et la muscovite en plus faible quantité. Dans cette pâte sont noyés des porphyroblastes de feldspaths souvent maclés Carlsbad. Ces porphyroblastes ont généralement 1 à 2 cm, mais ils peuvent atteindre 5 cm; ils renferment des enclaves phylliteuses visibles à l'œil nu.

A la Remuaz le faciès du granite est légèrement différent en ce sens que les phénocristaux de dimensions supérieures à 1 cm deviennent très rares; on observe de plus des taches verdâtres dues à une concentration de chlorite; le granite donne aussi l'impression d'être plus riche en quartz. Au pointement du Couteray, il perd totalement son faciès porphyroïde et se présente sous la forme d'un granite à grain fin.

Etude micrographique.

Lame mince nº 4581: Granite porphyroïde, Valloreine.

Quartz, Biotite chloritisée,

Microcline 2 V = -75° , Chlorite, Oligoclase An 20 , Muscovite.

Les porphyroblastes de microcline, souvent maclés Carlsbad, renferment des inclusions de plagioclases et de phyllites. Le quartz, relativement peu abondant, est engrené; la biotite est toujours partiellement chloritisée.

Lame mince nº 4773: Granite porphyroïde, La Remuaz.

Quartz, Biotite chloritisée,

Microcline (2 V = $-75-77^{\circ}$), Chlorite,

Oligoclase An 23-30, Muscovite, séricite, apatite.

Les phénocristaux de microcline renferment des inclusions de plagioclases et de phyllites; ils sont de dimensions plus faibles que dans l'échantillon de Vallorcine. Les plagioclases sont fortement séricitisés; le quartz est abondant et finement engrené. La biotite est transformée partiellement en chlorite. Il y a très peu de muscovite.

Lame mince nº 4768: Granite mylonitisé, La Remuaz.

Quartz, Biotite chloritisée,

Microcline, Chlorite, Plagioclases, Séricite.

Les phénocristaux sont brisés, les plagioclases tordus, le quartz recristallisé et étiré, la séricite orientée.

Lame mince n° 4580 : Contact du granite de Vallorcine avec les gneiss, Vallorcine.

Quartz, Biotite,

Microcline, Muscovite, séricite,

Plagioclases, Magnétite.

Dans le granite les phénocristaux de microcline ont des inclusions de quartz, de plagioclases et de phyllites. Le quartz est à extinction onduleuse. la muscovite est en agrégats de fines lamelles. Dans la partie que l'on peut considérer comme gneiss, le grain est plus fin et plus régulier; la biotite de couleur brun-rouge est très abondante; il s'agit certainement d'une biotite due au métamorphisme de contact.

Venues granitiques secondaires.

Nous avons observé dans la région du col des Montets de nombreux filons de microgranite dans les gneiss; ces filons produisent généralement une concentration de biotite dans le gneiss au voisinage des épontes.

Lame mince nº 4766: Contact filon de microgranite avec les gneiss, col des Montets.

Quartz, Biotite,
Microcline, Chlorite,
Plagioclases, Muscovite,

Les quartz sont engrenés, les feldspaths sont soit en phénocristaux, soit en petits grains arrondis, la biotite est chloritisée par endroits.

Nous avons également trouvé aux Chéserys un filon d'aplite à tourmaline intrusif dans les gneiss du lac Blanc. Il donne au microscope la composition suivante :

Lame mince nº 4677: Aplite à Tourmaline, les Chéserys.

Quartz, Microcline, Andésine An ⁸⁰⁻⁸³, Muscovite, Tourmaline, Magnétite.

Les plagioclases sont légèrement tordus, il n'y a pas de biotite.

Dans la région du Brévent nous avons aussi trouvé des filons aplitiques et un filon de pegmatite près de la brèche du Brévent.

Il est probable que tous ces filons sont en rapport avec le granite de Vallorcine et qu'ils représentent une phase tardive de ce granite.

Conclusion à l'étude de ces granites.

Le granite de Vallorcine, comme nous l'avons vu, est un granite intrusif. Dans presque toutes les lames nous avons observé la chloritisation de la biotite. Ce granite a donc subi les effets de la rétromorphose dans la zone à chlorite, qui a affecté les schistes cristallins. Comme nous l'avons dit auparavant, nous n'avons vu nulle part d'intrusions de ce granite dans les formations du Houiller; il y a donc de fortes probabilités pour qu'il soit antécarbonifère. Nous placerons donc l'intrusion du granite de Vallorcine entre la phase tectonique ayant formé les Aiguilles Rouges, et le Houiller.

Le granite de Pormenaz est lui aussi certainement antécarbonifère puisqu'il est recouvert par le Houiller de la Pointe Noire. Nous avons déjà exposé nos raisons de croire qu'il s'agissait d'un granite syntectonique; dans ce cas le granite de Pormeraz serait antérieur au granite de Vallorcine.

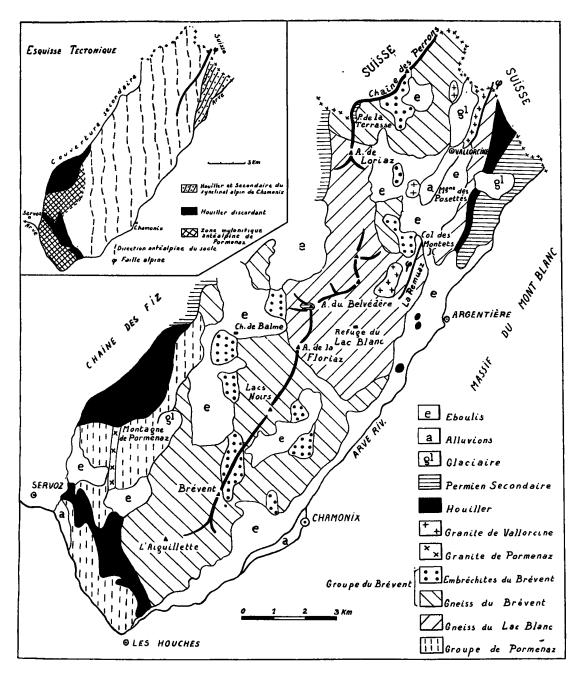


Fig. 2. — Carte géologique du massif des Aiguilles Rouges.

V. LES FORMATIONS SEDIMENTAIRES

Le Houiller.

Répartition et description des terrains houillers.

Les terrains houillers, formations les plus anciennes qu'il soit possible de dater dans les Aiguilles Rouges, affleurent au voisinage des trois groupes que nous avons distingués dans la série cristallophyllienne. Il sont en contact avec les gneiss de Pormenaz sur la montagne du même nom, avec les gneiss du Brévent à la montagne de l'Aiguillette, et avec les gneiss du lac Blanc à la Joux, au Béchar d'Argentières et à la montagne des Posettes.

Houiller de Pormenaz. — Il couvre le sommet de la Pointe Noirc et son versant nord-ouest. Il comporte à sa base un grès à très gros éléments qui a presque, par endroits, un faciès de brêche. On y distingue beaucoup de grains de quartz et de débris de gneiss. Les bancs de grès sont en discordance très nette avec les formations cristallophylliennes et semblent recouvrir comme d'une carapace tout le versant dominant le lac de Pormenaz.

A ces grès font suite en concordance des schistes noirs qui forment le sommet de la montagne, tout le plateau de Moëde, et s'enfoncent en concordance apparente sous les formations secondaires de la chaîne des Fiz. Les schistes noirs de Moëde renferment de nombreuses empreintes de plantes. Zeiller 3 qui a étudié cette flore en détail a identifié entre autres :

Pecopteris pluckeneti Brongt.
Nevropteris flexuosa Heer.
Annularia sphenophylloïdes Zeuker.
Asterophyllites equisetiformis Schloth.
Sphenophyllum cf. emarginatum Brongt.

Il conclut que les schistes appartiennent à un niveau assez bas du Houiller supérieur.

Nous retrouvons les mêmes grès et schistes noirs à l'entrée des gorges de la Diosaz où ils alternent en discordance avec des bandes de gneiss chloriteux du groupe de Pormenaz.

³ In: A. Michel-Lévy (1892), Note sur la prolongation vers le Sud de la chaîne des Aiguilles Rouges (B.S.C.G.F., n° 27, p. 6-7).

Houiller de l'Aiguillette. — Il prolonge en une bande dirigée NW-SE les affleurements des gorges de la Diosaz. Ce Houiller repose à la fois sur les formations du groupe du Brévent et sur celles du groupe de Pormenaz dont il masque ainsi le contact. Il est également composé de grès et de schistes. Les grès feldspathiques sont à grain plus fin que ceux de Pormenaz; on les voit en discordance sur les gneiss du Brévent entre Pierre-Blanche et le sommet de l'Aiguillette. Les schistes sont tantôt des schistes grossiers et micacés à Samoteux, tantôt des schistes ardoisiers à Montvauthier, ou encore, comme à Coupeaux, des schistes charbonneux avec quelques veines d'anthracite.

Houiller des Posettes. — Il forme une étroite bande dirigée parallèlement à la crête de la montagne des Posettes et s'évasant vers le N. Cette bande sépare les gneiss du versant ouest des formations sédimentaires plus récentes qui s'étendent vers l'E. Ce Houiller consiste principalement en schistes ardoisiers plongeant à environ 80° vers l'E et dirigé N-S. A l'extrémité sud de la bande, les schistes sont remplacés par un conglomérat à galets de gneiss. Ces galets, dont la taille moyenne est de 1 à 2 cm, peuvent atteindre plusieurs décimètres.

Houiller de la Joux et du Béchar d'Argentière. — Il consiste en trois gros pointements de conglomérats; le plus important est situé à 800 m au N du hameau de la Joux, et les deux autres au lieu-dit « Béchar d'Argentière ». Le conglomérat est analogue à celui des Posettes.

Métamorphisme du Houiller et relations avec les formations cristallophylliennes.

Un caractère commun à presque toutes les formations du Houiller des Aiguilles Rouges est le léger métamorphisme qui les affecte.

Une lame faite dans le conglomérat des Posettes (lame mince 4971) montre une fine recristallisation du quartz et une orientation de la séricite qui est très abondante. Par endroits, la pâte semble se fondre avec les galets de gneiss, et on distingue parfois mal leur limite, aussi bien au microscope qu'à l'œil nu. Le conglomérat de la Joux donne aussi l'impression d'avoir été métamorphisé. Ce caractère est toutefois moins net pour la brèche houillère de Chavanne sur la montagne de Pormenaz.

Les schistes grossiers de Samoteux ont également un caractère légèrement métamorphique : la lame mince n° 4672 montre de la

séricite abondante et orientée. Les schistes houillers situés sur la rive gauche de l'Arve en face de Servoz (en dehors de la région étudiée) sont également très riches en séricite, celle-ci leur donnant un aspect satiné.

Nous avons vu que la discordance entre le Houiller et les formations cristallophylliennes était très nette sur la montagne de Pormenaz. Nous n'avons pu observer cette même discordance sur le versant sud-ouest de l'Aiguillette; il nous a même semblé qu'en certains points il y avait passage progressif entre les deux séries. P. Giraud (1952) a également observé dans le massif des Grandes-Rousses, un passage continu entre le Houiller et le socle et, comme lui, nous sommes portés à croire que le métamorphisme alpin peut avoir effacé localement la discontinuité entre les deux formations, lorsque celle-ci n'était pas marquée par une discordance angulaire importante ou par une assise conglomératique.

Aux Posettes, les gneiss et les schistes houillers sont en concordance apparente, mais il est certain que les terrains carbonifères sont transgressifs sur les formations cristallophylliennes des Aiguilles Rouges, car les conglomérats sont constitués de galets de gneiss provenant selon toute vraisemblance de ces mêmes formations.

En conclusion de cette étude du Houiller, il apparaît qu'il a été touché par un léger métamorphisme qui ne peut être que celui ayant provoqué la rétromorphose de la série cristallophyllienne.

Le Permien.

On a attribué au Permien une bande de schistes violacés, parallèle à la bande de Houiller des Posettes. Ces schistes s'étendent des chalets du Chenevier jusqu'à la frontière suisse; ils sont presque verticaux et en concordance avec le Houiller. Ils sont très riches en chlorite et en séricite dont les lamelles couvrent les plans de schistosité. Ce Permien a certainement été touché par le métamorphisme.

Le Trias et le Jurassique.

Nous trouvons ces formations au sommet de l'Aiguille du Belvédère, au sommet de la pointe de la Terrasse et sur le versant est de la montagne des Posettes.

Trias et Jurassique du Belvédère. — Les assises sédimentaires forment la calotte terminale de l'Aiguille, elles sont presque

horizontales et sont en discordance avec les gneiss qui constituent le socle.

La série est formée de quartzite du Trias, de calcaires dolomitiques et de schistes de l'Oxfordien et de l'Argovien. Ces trois formations sont séparées par des contacts mécaniques et, à l'extrémité NW du sommet, il se produit un redoublement dans la série. L. W. Collet et E. Parejas ont étudié en détail ce chapeau sédimentaire; selon eux le dédoublement serait dû au laminage par la nappe de Morcles.

Trias de la pointe de la Terrasse. — La pointe de la Terrasse est également coiffée de quelques assises sédimentaires en discordance sur les gneiss. Ces formations qui consistent en une faible épaisseur de quartzite (3 à 4 m) et de schistes rouges sériciteux (4 à 5 m) sont un témoin, respecté par l'érosion, des terrains sédimentaires qui s'étendent à l'W, au delà de la frontière suisse.

Jurassique des Posettes. — Il consiste en une large bande de schistes liasiques s'étendant depuis le Permien des chalets de Balme jusqu'aux schistes cristallins du massif du Mont-Blanc, au delà du col de Balme. Ces schistes sont satinés, il ne paraît pas douteux qu'ils soient légèrement métamorphiques.

Toutefois il est peut-être possible que le développement et l'orientation de la séricite soit dus au laminage que les terrains sédimentaires du synclinal de Chamonix ont subi lors des mouvements tectoniques alpins.

Dans les schistes du Lias se trouve une étroite bande de calcaires que l'on a attribuée au Crétacé.

De cette étude des formations sédimentaires des Aiguilles Rouges, il résulte que non seulement le Houiller, mais aussi le Permien et très probablement le Trias et le Lias, ont été affectés par un léger métamorphisme. Puisque les effets de ce métamorphisme se font sentir jusque dans les terrains liasiques, il semble presque certain qu'il ne peut s'agir que du métamorphisme d'âge alpin qui a également provoqué la rétromorphose de la série cristallophyllienne.

VI. TECTONIQUE

Il est intéressant de constater dans le massif des Aiguilles Rouges l'existence de deux directions tectoniques distinctes (voir cartouche de la fig. 2).

On les observe:

- 1° Dans une direction de plissement N-S antéstéphanienne : cette direction est marquée par la schistosité moyenne des gneiss dans tout le massif, par l'orientation des bandes d'embréchites et par celle des zones d'amphibolites.
 - 2° Dans la zone mylonitique N-S antéstéphanienne de Pormenaz.
- 3° Dans une direction de plissement NE-SW alpine, qui se traduit par l'orientation générale de la chaîne des Aiguilles Rouges et par celle des formations sédimentaires du synclinal de Chamonix.
 - 4° Dans une direction de faille alpine : la faille de la Remuaz.
- P. CORBIN et N. OULIANOFF ont, en outre, observé que la direction moyenne des filons de roches éruptives (microgranites, aplites) dans les Aiguilles Rouges était voisine de N-S, tandis que celle des filons de quartz était sensiblement NE-SW. Les filons granitiques se seraient mis en place dans les cassures occasionnées par les plissements antéstéphaniens, tandis que le quartz aurait rempli des fissures d'âge alpin.

Des constatations analogues sur la coexistence des deux directions tectoniques ont été faites dans le massif du Mont-Blanc par ces mêmes auteurs, et plus récemment par J. Bellière (1949).

CONCLUSIONS

En résumé, la série cristallophyllienne des Aiguilles Rouges dérive d'une série sédimentaire par un métamorphisme de recristallisation antéalpin. A ce métamorphisme de recristallisation s'est ajouté, dans la zone centrale, un métamorphisme d'apport. D'autre part, la chloritisation de la biotite et la séricitisation des feldspaths indiquent que la série a été reprise par un second métamorphisme plus faible dans la zone des Micaschistes supérieurs. Bien que cette rétromorphose ne soit pas visible dans le groupe de Pormenaz, il n'y a pas de raisons qu'il y ait échappé. Il est probable que les effets minimes de cette rétromorphose, venant s'ajouter à ceux beaucoup plus intenses de la dislocation, n'apparaissent pas.

Nous avons vu que la rétromorphose a affecté également le granite post-tectonique de Vallorcine, les terrains du Houiller, du Permien et probablement ceux du Trias et du Lias. Ceci confirme l'idée émise par P. Giraud en conclusion de son étude du massif des Grandes-Rousses (1952). Selon lui, il ne peut s'agir d'une phase tardive du métamorphisme antéalpin, mais il s'agit bien d'une phase liée au métamorphisme d'âge alpin.

La rétromorphose des Aiguilles Rouges rentre donc dans le cadre du métamorphisme alpin qui a affecté tous les massifs cristallins externes des Alpes françaises, à l'exception semble-t-il du Mercantour.

Il paraît difficile de retrouver la zonéographie ancienne de la série cristallophyllienne avant la rétromorphose. Mais il semble probable qu'elle devait appartenir entièrement à la zone des gneiss supérieurs. Ceci nous paraît très vraisemblable en ce qui concerne les groupes du Brévent et du lac Blanc dans lesquels nous avons presque toujours trouvé des restes de biotite, un peu de muscovite et parfois des grenats. Toutefois, pour ce qui est du groupe de Pormenaz, nous n'avons aucun argument, si ce n'est que sur le terrain nous n'avons pu déceler aucune superposition entre les formations de ce groupe et celles des groupes du Brévent et du lac Blanc, les séries semblant simplement juxtaposées.

A ces effets du métamorphisme hercynien et de la rétromorphose alpine se sont ajoutés des efforts tectoniques très intenses qui se sont manifestés dans la région de Pormenaz.

M. Lugeon (1911 a, b) a démontré que les Aiguilles Rouges étaient plus anciennes que le Mont Blanc. En effet, le Carbonifère des Aiguilles Rouges est discordant sur les roches cristallophylliennes, alors que dans le massif du Mont-Blanc il est en concor-

dance avec les gneiss au Mont Fréty. Pour M. Lugeon, le Mont Blanc aurait commencé à s'ériger au Permien tandis que la première phase d'érection aurait eu lieu dans les Aiguilles Rouges avant le Stéphanien.

Nous croyons que la mylonitisation de la série de Pormenaz est antécarbonifère, puisque les formations du Houiller ne sont pas atteintes, et nous sommes portés à croire qu'elle a eu lieu pendant la première phase d'érection de la chaîne des Aiguilles Rouges. Le granite syntectonique de Pormenaz se serait mis en place pendant cette phase orogénique, et sa mylonitisation ne serait pas due aux mouvements alpins, qui sont seulement à l'origine du broyage de la zone du col des Montets et de la faille de la Remuaz.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

- PELLIÈRE (J.) (1949). Observations sur les mylonites alpines dans le massif du Mont-Blanc (Ann. Soc. Géol. Belgique, 72, p. B 195).
- Collet (L. W.), Parejas (E.) (1920). Le chapeau de sédimentaire des Aiguilles Rouges et le Trias du massif des Aiguilles Rouges Gastern (C. R. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève, 37, n° 2, p. 60).
- CORBIN (P.), OULIANOFF (N.) (1927 et suiv.). Carte géologique détaillée du massif du Mont-Blanc au 1/20 000°.
- FAVRE (A.) (1867). Recherches géologiques dans les parties de la Savoie et de la Suisse voisines du Mont Blanc, 3 vol. (Paris, Genève).
- GIRAUD (P.) (1952). Les terrains métamorphiques du massif des Grandes Rousses (Isère) (B.S.G.F. (6), 2, p. 379).
- Haug (E.), Lugeon (M.), Corbin (P.) (1902). Sur la découverte d'un nouveau massif granitique dans la vallée de l'Arve entre Servoz et Les Houches (C.R.A.S., 135, p. 1379).
- JOUKOWSKY (E.) (1902). Sur les éclogites des Aiguilles Rouges (Thèse, Genève, 46 p.).
- I.UGEON (M.) (1911 a). Sur deux phases de plissements paléozoïques dans les Alpes (C.R.A.S., 153, p. 842).
 - (1911 b). Sur quelques conséquences de deux stades de plissements paléozoïques dans les Alpes (*Ibid.*, 153, p. 984).
- MICHEL (R.) (1953). Les schistes cristallins des massifs du Grand-Paradis et de Sesia-Lanzo (Alpes franco-italiennes) (Sciences de la Terre, Nancy, 1, n° 3-4, 292 p.).
- MICHEL-LÉVY (A.) (1890). Etudes sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont Blanc (B.S.C.G.F., n° 9, 26 p.).
 - (1892). Note sur la prolongation vers le Sud de la chaîne des Aiguilles Rouges, montagnes de Pormenaz et du Prarion (*Ibid.*, n° 27, p. 1-37).
- Termier (P.) (1901). Sur les trois séries cristallophylliennes des Alpes occidentales (C.R.A.S., 133, p. 964).