
SUR LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE ET SUR L'ORIGINE PROBABLE DES AMPHIBOLITES D'HERMILLON (MASSIF DU GRAND-CHATELARD, SAVOIE)

par Nicole VATIN-PÉRIGNON

Les amphibolites du Grand-Châtelard affleurent de part et d'autre de la vallée de l'Arc, à proximité du village d'Hermillon, et se rattachent au groupe des roches cristallophylliennes fortement contaminées par le granite du Rocheray, sur sa bordure orientale.

Elles forment, au sein d'anciens gneiss à biotite transformés, par granitisation, en faciès anatexiques et granitiques, un massif bien individualisé, recoupé en tous sens par des filons granitiques et scindé en deux par la vallée de l'Arc.

Etude pétrographique.

Qu'elles soient prises de part ou d'autre de la vallée de l'Arc, les amphibolites d'Hermillon présentent, tant par leur texture, massive ou litée, que par leur composition minéralogique, divers types pétrographiques.

A l'instar de la grande majorité des roches de ce massif, les amphibolites sont, en général, assez altérées. Nous avons donc choisi, pour cette étude, 3 types amphiboliques les plus représentatifs du gisement et, apparemment, les mieux conservés, à savoir :

- amphibolite finement litée à quartz et zoïsite;
- amphibolite massive à hornblende verte;
- amphibolite gneissique à pyroxène, zoïsite et biotite.

1) *Amphibolite finement litée à quartz et zoïsite.*

Elle provient de la bordure Est de la forêt du Sapey, c'est-à-dire de la falaise surplombant le pont d'Hermillon, en rive gauche de l'Arc.

C'est une roche homogène, de couleur vert foncé, où l'on distingue très bien les amphiboles allongées, bien cristallisées, ainsi que les feldspaths.

Au microscope (fig. 1, A), elle montre la composition suivante, en pourcentages volumétriques :

Hornblende commune	34,2
Feldspaths séricitisés	32,5
Quartz	13,0
Apatite	1,6
Sphène	0,8
Zoïsite, épидote, calcite, pyrite, oxyde de fer, chlorite, fragments de pyroxène	17,9

La structure est très peu orientée.

L'amphibole est en gros prismes, de 0,5 à 0,7 mm de long, à clivages soulignés par de l'oxyde de fer ou de la calcite; elle forme aussi de grandes plages pocilitiques (englobant le fond séricitisé), altérées (calcite et chlorite) et à contours lobés. Il s'agit d'une hornblende commune, pléochroïque dans les tons vert jaune (np), vert brun (ng), qui se détache très bien sur le fond quartzofeldspathique.

Le quartz est relativement abondant, en plages amiboïdes corrodant les amphiboles; il porte les traces évidentes d'une certaine cataclase par son extinction constamment roulante.

Les feldspaths sont pratiquement indéterminables par la méthode ordinaire. Ils sont, en effet, entièrement masqués par leurs minéraux d'altération: nombreuses paillettes de séricite et amas très importants de minuscules grains de zoïsite et d'épidote, ainsi que par de la calcite diffuse. Si l'on en juge par l'abondance de zoïsite formée aux dépens des feldspaths, ceux-ci doivent être assez calciques: en effet, un diffractogramme RX de la roche montre des raies voisines de celles de l'andésine.

Le sphène dessine des chapelets de cristaux grenus et l'apatite se remarque en inclusions fréquentes dans la hornblende.

On distingue également quelques petits fragments de pyroxène (diopside ?) noyés dans les minéraux d'altération.

2) *Amphibolite massive à hornblende verte.*

Cet échantillon, pris en rive droite de l'Arc, sous la tour de Berold, représente le type amphibolique le plus basique du gisement.

C'est une roche d'aspect massif, de teinte verte très foncée, coupée de zones feldspathiques diffuses, de couleur claire légèrement verdâtre. Elle est essentiellement amphibolique (fig. 1, B) et sa composition minéralogique est la suivante :

hornblende verte,	calcite, pennine,
feldspaths séricitisés,	sphène apatite,
épidote, zoïsite,	quartz.

La structure est grenue.

La hornblende verte, très colorée (ng : vert foncé; np : vert clair) forme près de 80 % du volume total de la roche. Ce sont de grandes plages poecilites, d'environ 2 mm de long, xénomorphes, parfois craquelées et à contours généralement lobés. Elles ressemblent ainsi à des taches de chlorite. On trouve des prismes à clivages nets ($-2V = 84^\circ$), riches en oxyde de fer. Cette hornblende est, en outre, légèrement altérée en calcite et chlorite (pennine).

Entre les amphiboles ou poecilitement dans les grandes plages apparaît un fond essentiellement feldspathique. Les minéraux qui le forment sont en grande partie détruits et remplacés par un feutrage dense de séricite, par quelques granules de zoïsite et par de la calcite diffuse, si bien que toute détermination s'avère impossible. Les raies déterminées sur un diffractogramme RX de la roche sont intermédiaires entre celles de l'oligoclase et de l'andésine.

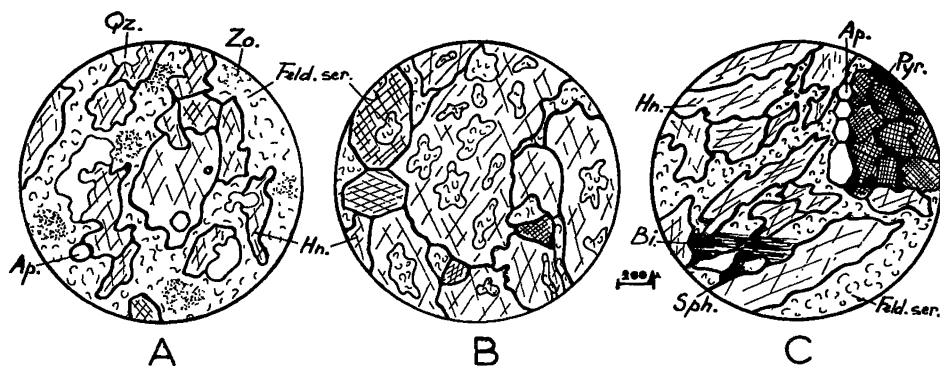


Fig. 1. — Micrographies des amphibolites d'Hermillon.

- A) Amphibolite à quartz et zoïsite (forêt du Sapéy).
- B) Amphibolite à hornblende verte (tour de Berold).
- C) Amphibolite à pyroxène et biotite (pont d'Hermillon).

Qz : Quartz ; Feld. ser. : Feldspaths séricitisés ; Hn. : Hornblende ; Pyr. : Pyroxène ; Bi. : Biotite ; Zo. : Zoïsite ; Ap. : Apatite ; Sph. : Sphène.

Le quartz est accessoire, en toutes petites plages arrondies. Les grains de sphène sont minuscules, de même que ceux d'apatite. La calcite est très largement diffuse à travers toute la roche.

3) Amphibolite gneissique à pyroxène, zoïsite et biotite.

Elle est prise dans la carrière de la rive gauche de l'Arc, en bordure de la route de Saint-Jean-de-Maurienne, au niveau du pont d'Hermillon.

C'est une roche faite d'une alternance régulière de lits foncés amphiboliques et de lits clairs feldspathiques. Elle possède (en pourcentages volumétriques) les minéraux suivants (fig. 1, C) :

Hornblende commune	48,4	Quartz	1,0
Feldspaths séricitisés	37,2	Apatite	0,8
Diopside	7,9	Biotite	0,5
Zoïsite	2,8	Calcite.	
Sphène	1,4	Pyrite.	

La structure granoplastique n'est que faiblement orientée malgré l'aspect extérieur de la roche.

La hornblende, vert brunâtre, forme des prismes trapus ou des plages très allongées, pœcilitiques, à bords déchiquetés.

Le diopside (+ 2V = 60°) montre divers stades d'altération. Il est en gros cristaux fissurés, veinés de calcite et transformés, par place, en de minuscules petites amphiboles (début d'ouralitisation) ou bien en petites sections à contours très corrodés, éparses dans toute la roche.

Les feldspaths sont transformés en produits sériciteux et plus rarement en zoïsite. Quelques mâcles multiples encore visibles permettent de déterminer de l'oligoclase. Il faut noter également la présence d'un peu de microcline faiblement sodique (- 2V = 78-80°).

La biotite est très rare. Il n'en reste, en réalité, plus que des fantômes, sous forme de lamelles effilochées, complètement décolorées (mais non chloritisées) et aux clivages chargés de granules d'altération. Elle ne présente pas d'orientation privilégiée.

Parmi les minéraux accessoires, le sphène et l'apatite sont remarquablement abondants, alors que le quartz, toutes proportions gardées, ne représente qu'une quantité nettement secondaire.

Analyses chimiques.

Le tableau suivant donne le résultat des analyses chimiques de ces trois roches, ainsi que leurs paramètres (Analyste : R. DEBIARD, 1962) :

- A) Amphibolite de la bordure est de la forêt du Sapey;
- B) Amphibolite de la tour de Berold;
- C) Amphibolite de la carrière du pont d'Hermillon.

	A	B	C
SiO ₂	50,65	43,25	49,25
Al ₂ O ₃	17,50	14,20	14,05
Fe ₂ O ₃	1,85	3,90	2,55
FeO	5,70	10,70	7,90
MgO	7,10	8,65	8,15
CaO	8,95	11,15	10,05
Na ₂ O	2,10	2,15	2,15
K ₂ O	3,20	1,15	2,80
TiO ₂	0,80	1,05	1,45
P ₂ O ₅	0,15	0,15	0,25
MnO	0,20	0,45	0,30
H ₂ O+	2,30	3,10	1,40
H ₂ O —	0,05	0,05	0,05
Total	100,55	99,95	100,35

Paramètres de Lacroix :

p	II'	III (IV)	III
q	5	5'	5
r	3 (4)	'4	3
s	3	4	3
h	(1) 2	(1) 2	(1) 2
k	2 (3)	3	(2) 3
l	'2	2	2
m	2'	'3	2 (3)

Paramètres magmatiques de Niggli :

si	124	90	113
al	25	17	19
fm	41	52	47
c	24	25	25
alc	10	6	9
k	0,50	0,26	0,47
mg	0,63	0,52	0,59

Je comparerai ces 3 analyses d'amphibolites d'Hermillon, exprimées en pourcentages moléculaires, aux deux types moyens d'amphibolites, représentatifs l'un des orthoamphibolites (type ferrifère) l'autre des para-amphibolites (type calcaro-magnésien) que P. LAPADU-HARGUES¹ propose de distinguer, selon les compositions chimiques :

	A	B	C	Ortho	Para
SiO ₂	55,7	48,3	53,7	54	54
Al ₂ O ₃	11,4	9,3	9	10,5	10,5
Fe ₂ O ₃	0,8	1,6	1,1	1,5	1,5
FeO	5,3	10	7,2	11	7
MgO	11,7	14,4	13,1	10	11,5
CaO	10,5	13,3	11,7	10	12
Na ₂ O	2,3	2,3	2,2	2,5	3
K ₂ O	2,3	0,8	2	0,5	0,5

Les caractères chimiques des amphibolites d'Hermillon sont, on le voit, assez variables. Les teneurs en chaux, par exemple, sont relativement fortes, mais il ne faut pas oublier que l'on est en présence, ici, de roches

¹ P. LAPADU HARGUES (1952), Considérations sur l'origine des amphibolites (*C. R. Ac. Sc.*, t. 234, p. 352-353); (1953), Sur la composition chimique moyenne des amphibolites (*B.S.G.F.*, (6), III, p. 153 173).

riches en calcite, laquelle ne provient pas seulement de la destruction partielle de la hornblende, mais aussi et surtout d'une imprégnation secondaire diffuse, identique à celle que l'on rencontre dans tous les faciès du massif, quels qu'ils soient.

Ce sont, par ailleurs, des roches constituées principalement d'amphiboles et de feldspaths et la variation du pourcentage des minéraux accessoires présents tels quartz, biotite, zoïsite, chlorite, etc..., influe également de manière très sensible sur cette composition. Les difficultés d'interprétation des analyses chimiques de ces amphibolites sont donc importantes.

Ainsi, les teneurs en magnésie, exprimées en % moléculaires, toujours supérieures à 11,5, tendraient à la rigueur à rapprocher les amphibolites d'Hermillon d'un type para, alors que leur pauvreté en soude les en écarte.

Une autre valeur, intéressante à noter, est celle du titane, car P. LAPADU-HARGUES² a remarqué qu'un pourcentage de 0,80 de TiO_2 correspond à peu près à la limite entre para et orthoamphibolites. Dans ce cas, les valeurs : 0,80 (A), 1,05 (B) et 1,45 (C) trouvées à l'analyse chimique classeraient indubitablement les amphibolites d'Hermillon parmi les types ortho, c'est-à-dire ayant une origine éruptive.

Les échantillons sciemment choisis pour cette étude représentent deux types extrêmes et un type moyen des amphibolites d'Hermillon.

L'amphibolite de la bordure est de la forêt du Sapey (analyse A) est le type le plus acide, riche en quartz et en feldspaths. Le microcline doit être présent en quantité importante si l'on en juge, en l'absence de biotite, par la forte teneur en K_2O de cette roche. L'altération séricitique, très importante, des feldspaths rend malheureusement les déterminations microscopiques, donc toute confirmation de cette présence, impossibles. Les paramètres américains de cette amphibolite (II'.5.3(4).3) lui donnent, comme équivalent plutonique, la famille des diorites.

L'amphibolite de la tour de Berold (analyse B), représentant au contraire le type le plus basique du gisement, est constituée presque exclusivement d'amphibole; il est donc normal qu'elle soit beaucoup plus ferrifère que les deux autres. Elle est également calcique, mais une bonne partie de la chaux dosée à l'analyse provient de la calcite abondamment diffuse dans la roche (en témoigne également le % en H_2O+ , très fort, qui doit correspondre en partie au CO_2 non dosé). Ses paramètres III(IV).5'.4.4 équivalent, dans la classification de A. LACROIX, à un type assez basique de la famille des gabbros et la rapproche plus spécialement des hornblendites feldspathiques aux paramètres : IV.5.4.4.

² P. LAPADU-HARGUES (1958), Observations à propos des amphibolites (C. R. *somm. S.G.F.*, p. 132-133).

Il reste le type moyen, représenté par l'amphibolite de la carrière du pont d'Hermillon (analyse C). Il est en effet intermédiaire, par ses paramètres (III.5.3.3), entre le type acide, équivalent des diorites, et le type basique, équivalent des gabbros. Son analyse chimique nous apprend qu'il possède des teneurs fortes en titane et en magnésie, moyennes en fer et en chaux (dont une partie est imputable à la calcite secondaire), faibles en soude, si bien qu'il est difficile d'invoquer, à l'aide de ces arguments, une origine plutôt sédimentaire qu'éruptive.

L'étude du mode de gisement de ces amphibolites, en tenant compte de leurs caractères minéralogiques et chimiques, nous permettra de préciser leur origine la plus vraisemblable, bien qu'elle semble, a priori, difficile à élucider.

Relations des amphibolites avec les autres faciès du Massif.

Les amphibolites d'Hermillon, nous l'avons dit, forment un massif séparé en deux parties inégales par la vallée de l'Arc. Leurs conditions de gisement seront donc envisagées séparément, qu'il s'agisse de l'Est ou de l'Ouest de la rivière.

1) Les amphibolites à l'est de l'Arc.

Elles forment un petit pointement encadré au Nord et au Sud par les faciès gneissiques très granitisés, et disparaissent brusquement, à l'Est, sous les formations glaciaires et les éboulis.

Au Nord affleurent des amphibolites assez bien litées, localement dirigées N 40° E avec des pendages de 30° environ vers l'Ouest, qui sont donc en disharmonie avec les gneiss très granitisés qui apparaissent un peu plus loin.

En se dirigeant vers le centre du gisement, on remarque que cette texture gneissique disparaît très rapidement. Les éléments leucocrates se concentrent en amas à bords diffus ou s'étirent en veines, donnant à la roche une allure très massive, un peu migmatitique. Ces amphibolites ont fourni le type le plus basique du gisement (analyse B).

A l'extrémité sud de ce pointement, les amphibolites ont à nouveau une texture plus régulière, mais leur pendage, à l'inverse des précédents, sont de 30° environ vers l'Est. Une faille Sud-Ouest - Nord-Est les met en contact avec les faciès granitiques ou d'allure migmatitique de cette zone de gneiss contaminés.

Toutes ces amphibolites sont, par ailleurs, injectées à divers degrés de filons granitiques, en concordance avec elles ou les recoupant.

Seule observation relevée en faveur d'une origine plutôt sédimentaire de ces amphibolites : la présence de roches régulièrement litées pouvant, à la rigueur, servir de terme de passage entre les gneiss à biotite (contaminés) et les amphibolites franches de la tour de Berold. Mais à l'examiner de plus près, ce critère ne semble pas valable. En effet, ces bancs amphiboliques ne sont nulle part, comme on pouvait s'y attendre, interstratifié parmi les anciens gneiss à biotite, la limite amphibolites — gneiss contaminés est, au contraire, nette, malgré la présence de quelques rares lentilles amphiboliques, de la grosseur d'un poing, éparses dans les faciès très granitisés et d'ailleurs situées assez loin de ce contact.

D'autre part, ces bancs amphiboliques seraient plutôt épais pour correspondre à la sédimentation de niveaux marneux et, de toute façon, ils ne représentent qu'une partie extrêmement restreinte du gisement, constitué surtout par les amphibolites massives, très basiques, riches en fer et en titane et à plagioclases relativement calciques.

Pour la partie Est du gisement, une origine éruptive, à partir d'un gabbro par exemple, semble donc prévaloir.

2) Les amphibolites à l'Ouest de l'Arc.

Elles forment un gisement assez important, par rapport à la faible étendue du massif du Grand-Châtelard, car, si à l'Est de l'Arc la falaise amphibolique a moins de 300 m, en face, du pont d'Hermillon jusque dans la forêt du Sapey, elle a environ 700 m.

On relève dans ces amphibolites deux faciès dominants. Dans la carrière du pont d'Hermillon et au-dessus affleurent des amphibolites à allure de gneiss. Elles sont injectées en tous sens de venues granitiques et sont en contact, au Nord, avec des faciès de gneiss à biotite très granitisés, mais il est difficile de dire, sur le terrain, quels rapports existent réellement entre ces différentes roches. Il est probable qu'ils sont identiques à ceux, plus facilement observables, de la partie du gisement située à l'Est de l'Arc.

Ce sont des amphibolites (analyse C) caractérisées par la présence d'amas pyroxéniques, par celle, beaucoup plus rare, de biotite et surtout par une certaine richesse en sphène.

La présence de diopside pose un problème, car sa cristallisation pourrait être due, à l'origine, étant donné la texture gneissique des roches, à la présence de bancs plus calcaires intercalés dans une série marneuse. En fait, l'étude minéralogique de ces roches infirme cette hypothèse. Le diopside apparaît bien dans des amphibolites nettement litées macroscopiquement, mais il ne forme par lui-même de lits alternant avec les lits amphiboliques ; il est au contraire diffus, sous forme d'amas très irréguliers, à travers toute la roche, et constitue, avec les amphiboles, un

ensemble de minéraux grenus enchevêtrés. Envisager, pour ces amphibolites, une origine éruptive, à partir d'une roche grenue basique, semble donc plus plausible que de les faire dériver d'une série sédimentaire marno-calcaire, d'autant plus que ces roches possèdent une quantité de sphène (1,45 % de titane dosé à l'analyse) difficilement compatible, d'après P. LAPADU HARGUES (1958, *op. cit.*), avec une origine para.

Les amphibolites banales, homogènes, très finement litées ou d'aspect grenu, sont localisées plutôt en bordure des précédentes et sont directement en contact avec le granite du Rocheray. Ce contact est mal aisé à suivre, étant donné qu'il se produit soit dans des falaises très abruptes, soit dans la forêt du Sapey, auquel cas il est en partie masqué par les formations glaciaires et les éboulis. On peut néanmoins observer, le long d'une bande très étroite NNE-SSW, des phénomènes de granitisation particuliers se traduisant, dans les amphibolites de ce contact, par des faciès très enrichis en biotite.

Ces amphibolites normales, feldspathiques, riches en quartz et zoïsite et possédant encore quelques résidus de pyroxène, sont nettement plus acides que le reste du gisement. Le développement du quartz, qui leur est particulier, peut être en partie imputable à la contamination de ces roches par le granite du Rocheray, mais il n'en reste pas moins qu'elles représentent, vis-à-vis des amphibolites très basiques de la tour de Berold, et même des amphibolites à pyroxène du pont d'Hermillon, un type nettement leucocrate. Ne peut-on pas, de ce fait, envisager la possibilité d'une origine éruptive de ces roches, à partir d'un magma gabbrodioritique par exemple, en pensant que des niveaux marno-calcaires intercalés dans une série argilo-schisteuse n'auraient probablement pas fourni une variation de composition semblable du centre à la périphérie du gisement ?

Conclusion.

Les amphibolites d'Hermillon présentent, dans le détail, des faciès assez différents et sans limite bien tranchée entre chacun d'eux. On remarque, cependant, que dans ce gisement le centre est occupé par des termes plus basiques (amphibolites massives ou à pyroxène) que les bordures (amphibolites bien litées), il est donc plus vraisemblable de penser, à défaut d'autres critères infirmant ceux énoncés au cours de cette étude, que ces amphibolites dérivent toutes de la transformation, par métamorphisme, d'un ancien massif de roches grenues, diorites et gabbros.

La présomption d'une telle origine peut s'appuyer également sur le fait que les différents faciès amphiboliques, étroitement associés, forment dans leur ensemble un massif net, situé en bordure du granite du Rocheray et apparaissant parmi les faciès cristallophylliens qui le bordent au

Nord et au Sud. La situation des amphibolites plaide donc en faveur d'une origine commune de leurs différents faciès.

Il ne faut pas oublier, enfin, de souligner que ces roches ont été elles-mêmes contaminées par le granite du Rocheray : contamination qui est probablement en partie responsable de leurs variations de textures et de certaines modifications minéralogiques et chimiques qu'elles ont subies.