

GRANITE MIGMATITIQUE À CORDIÉRITE D'ESTIVAREILLES

au lieu-dit Pierrot

Texte et photos Georges VITEL

Le massif du Velay constitué de granite migmatitique couvre un vaste ensemble de plus de 6000 km², enserré entre les vallées du Rhône et de l'Allier, à l'Est du Massif Central. Les affleurements sont souvent limités et de mauvaise qualité. L'élargissement de la D.498, à l'Ouest d'Estivareilles au lieu-dit Pierrot (à l'intersection du parallèle passant à Saint-Etienne et du méridien du Puy) a mis au jour, de part et d'autre de la route, des affleurements relativement frais sur une longueur d'environ 200 mètres.

Tout l'intérêt de ces affleurements réside dans le fait qu'ils permettent de distinguer, dans cet ensemble de roches très hétérogènes, les différents stades d'évolution depuis la roche originelle de type gneiss jusqu'au granite franc en passant par les migmatites. La difficulté est que, dans chaque affleurement, les différents stades cohabitent rendant très subjectif l'attribution du nom de la roche.

Les migmatites

Une migmatite (du grec : "migma", mélange), parfois appelée gneiss granitisé, a subi, sous des conditions de température élevée et de basse pression, des transformations conduisant à une fusion partielle (anatexie). Suivant le degré de fusion plus ou moins prononcé, on distingue deux grands types de migmatites : les métatexites et les diatexites. Au stade ultime de la fusion, la roche est devenue un granite migmatitique ou granite d'anatexie. On peut aussi noter qu'à Pierrot on observe une suite transitionnelle du gneiss au granite caractérisé par une mixité des structures qui restent orientées (rubanement). Et c'est ce qui en fait tout l'intérêt.

Gneiss veinés ou métatexites

Les migmatites de type métatexite sont caractérisées par un rubanement (foliation) composé d'une alternance de veines de teinte claire (leucosome), assimilées à la partie de la roche ayant fondu (nouvelle roche ou néosome) et de lits sombres (mélanosomes) où abonde la biotite. Le mélanosome représente soit une différenciation générée lors de la fusion partielle de la roche originelle (il fait partie du néosome) soit la roche originelle elle-même (paléosome).

Les gneiss veinés, en quantité discrète à cet endroit, représentent les migmatites précoces ou métatexites (âge estimé : 320-315 Ma). Dans ces roches, la foliation est marquée par des lits quartzo-feldspathiques blancs (veines) et elle est plissée. Les métatexites sont représentatives du premier stade de fusion du massif du Velay (noté D3/M3 dans la nomenclature de l'école de Nancy qui fait autorité en la matière) caractérisé par la stabilité de la biotite. Cette fusion est accompagnée de déformations (plis D3).



Migmatite mixte

1-en haut de la photo, lambeaux de « gneiss veinés » (métatexite) plissés, disloqués

2-en bas de la photo, poche de granite leucocrate (leucosome) à cocardes coalescentes de cordiérite évoquant un granite orbiculaire

La foliation est aussi soulignée par des niveaux fins (schlierens) biotitiques pouvant contenir de la sillimanite sous forme de fibres millimétriques. Localement, de petits grenats rouges complètent cette association caractéristique de conditions métamorphiques de haute température où la biotite est stable.

Métatexite de transition à structure rubanée, affectée par un pli isoclinal à flanc inverse aminci



Diatexites

A un stade de fusion plus avancé, le gneiss originel (paléosome), tout en conservant une structure planaire (rubanement palimpseste), montre une partie fondue prépondérante d'aspect et de composition granitique. Cette roche mixte est dénommée diatexite.



Migmatite mixte (métatexite) en haut et diatexite en bas où ne subsistent que de rares enclaves gris noir de paléosome ou restites désagrégées et dispersées dans le leucosome (partie fondue) qui respecte la foliation gneissique avant passage au granite à cordiérite (bas de l'image)

Migmatite de type mixte diatexite-métatexite marquée par des alternances de gneiss gris paléosome et de veines plus claires à nodules de cordiérite alignés annonçant le passage vers le granite rubané



Les granites

C'est au cours d'un second épisode de fusion (noté D4/M4 par les géologues de Nancy) que se forme le granite du Velay (305-300 Ma). Il est marqué par le développement généralisé de la cordiérite au détriment de l'assemblage quartz-feldspaths-biotite. La destruction progressive de la biotite a lieu au cours de la fusion : la structure originelle des gneiss (foliation/rubanement) s'estompe. La cordiérite apparaît sous deux habitus et toujours entourée de zones quartzofeldspathiques blanches dépourvues de biotite tant dans les migmatites que dans les granites. Ces faciès sont parmi les plus communs du massif du Velay,

Granite rubané à biotite

Dans les granites de ce type, comme pour beaucoup de granites du Velay, la structure est rubanée et soulignée par la disposition planaire des cristaux de biotite et de schlierens où ils sont concentrés.

Granite rubané à biotite où une partie de la biotite est concentrée dans des schlierens (filets de mica noir) qui soulignent la foliation migmatitique



Granite migmatitique : amas de cordiérite dendritique au sein de zones quartzofeldspathiques blanchâtres oblitérant la structure du granite rubané à biotite

Dans cet exemple le rubanement magmatique est hérité de la foliation métamorphique en partie effacée par la granitisation.

Granite rubané clair où de la cordiérite en filaments souligne le rubanement de la roche en haut de la photo. En bas l'essaim de gros nodules oblitère la foliation



Granite migmatitique rubané clair à biotite et nodules de cordiérite typiques du Velay

Granite hétérogène à biotite et cordiérite

La plupart des granites sont des roches à structure rubanée, de teinte claire avec une faible charge en biotite, se présentant sous plusieurs faciès.

Les exemples présentés ici associant du granite à biotite (en haut de la photo) et du granite clair à cordiérite sont typiquement représentatifs du granite hétérogène à biotite et nodules de cordiérite du massif du Velay. Les cristaux de cordiérite sont alignés sur un réseau de fractures qui en a contrôlé le développement. Les enclaves surmicacées sont des restites de fusion qui contiennent des fibres de sillimanite.



Granite hétérogène à biotite et cordiérite :
l'hétérogénéité est marquée par une taille de grains variable et une composition minéralogique différente



Granite clair à biotite millimétrique dispersée
et cordiérite en cocardes entourée d'une plage claire sans biotite



Granite clair à gros grains quartzo-feldspathiques à nodules de cordiérite ourlés d'un film de biotite



Granite hétérogène à cordiérite dendritique concentrée dans des amas leucocrates contrôlés par fracture (coin gauche en haut)

En dépit d'une très grande hétérogénéité d'aspect et de diversité de structure, les différents types (ou faciès) de granite du Velay ont des compositions chimiques très proches. Sur le plan minéralogique, ce sont tous des monzogranites.



Gneiss



Gneiss

Deux exemples de migmatites avec une partie gneissique non fondue à gauche sur les 2 photos et granitique à droite. Granite clair à cordiérite et gneiss

Dans l'ensemble rocheux de Pierrot, les roches de type granite dominant largement sur les gneiss gris sombres à biotite, réduits à l'état de fragments dispersés par les phénomènes de fusion successifs.

Mécanisme de formation

Les migmatites résultent d'un processus en partie magmatique puisqu'il implique l'apparition d'une phase liquide par fusion anatectique. Celle-ci s'est produite dans un contexte de haut degré métamorphique (faciès amphibolite de BP – HT). Le début de ségrégation des leucosomes (liquides de composition granitique) se produit parallèlement à la foliation principale (rubanement) dans les métatexites. La cordiérite est concentrée dans des mobilisats quartzo-feldspathiques clairs (leucosomes) où elle se présente ici sous deux faciès : l'un nodulaire, l'autre dendritique (arborescences). Sa cristallisation est souvent conditionnée et guidée par les fractures qui découpent la masse rocheuse. Elle traduit la circulation de fluides hydrothermaux.

Le premier épisode de migmatisation correspond au début de fusion anatectique entre 320 et 315 Ma (épisode noté D3 /M3). Les migmatites M3 sont des migmatites « classiques » avec leucosomes et restites (biotite essentiellement), formées dans les conditions de stabilité de la biotite en présence d'eau (faciès amphibolite de haut degré à $P = 4$ kbar ; $T = 700-800$ °C). Ces conditions ont été établies à partir des restites de fusion à biotite-sillimanite +/- grenat et cordiérite. Ce premier épisode de fusion se produit à des profondeurs de 20 à 25 km. L'âge est estimé à 314 ± 5 Ma au sud du Velay (Mougeot et al., 1997) lors de l'amincissement crustal qui prévaut au Carbonifère supérieur (on remarquera que c'est aussi l'âge du granite de Gumières : 313 ± 2 Ma). L'amincissement est supposé être lié à la mise en place en base de croûte de magmas basiques (vaugnérîtes). Ces roches (à chimisme magnésien et potassique) sont omniprésentes en enclaves dans les granites du Velay. Elles sont génétiquement liées aux granites porphyroïdes auxquels elles sont spatialement associées.

Le second épisode de fusion (D4 ou M4) génère le granite du Velay entre 305 et 300 Ma (Williamson et al., 1992) Il est caractérisé par des réactions de déshydratation (absence de fluides)

Bibliographie sur les migmatites :

- MEHNERT K.R. 1968 - Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier ed., 393 p.
- VERNON R.H. ET CLARKE G.L. (2008) - Principles of metamorphic petrology Cambridge. University press 466 p. Ouvrage spécialement dévolu aux migmatites et à l'anatexie avec mise au point moderne
- "Migmatites et fusion partielle" par P. Barbey et O. Vanderhaeghe in Géochronique n° 120, 2011
- Wikipedia : article migmatite,



Affleurements relativement frais révélés par l'élargissement de part et d'autre de la D.498 au lieu-dit Pierrot