

Titre : Evolution de la structure et de l'état thermique du socle varisque du Carbonifère au Permien dans les massifs cristallins externes (Aiguilles-Rouges, Belledonne, Pelvoux) et implications tectoniques et géodynamiques.

Prénom NOM : Jonas VANARDOIS

Coordonnées de l'encadrant BRGM	Jérémie Melleton Direction des Géoressources (DGR) 3 avenue Claude Guillemin BP 36009 45060 Orléans Cedex 2, France Tél. : 02 38 64 34 76 j.melleton@brgm.fr
Programme Scientifique	Référentiel Géologique de la France, chantier Alpes
Directeur de thèse (UFR ST)	Didier Marquer
Co-directeur de thèse (BRGM)	
Co-encadrant	Pierre Trap
Ecole Doctorale	Environnements-Santé
Laboratoire universitaire de rattachement	UMR 6249 Chrono-Environnement
Site principal	Besançon, UFR ST
Financement	RGF
Employeur	Contrat doctoral
Date Début - Fin	10/2018 – 10/2021
Date de soutenance	Inconnue

- Résumé :

Comparés à la plupart des massifs cristallins formant la chaîne varisque, les trois massifs cristallins externes que sont le massif des Aiguilles Rouges, le massif de Belledonne et le massif du Pelvoux, sont sous documentés. Pourtant, ils constituent un chantier de premier choix permettant d'étudier (1) la structuration et le comportement thermique de la croûte continentale partiellement fondue au cours de l'histoire tardi-orogénique varisque et (2) l'impact de cet héritage structural et thermique varisque sur la tectonique Alpine. Le travail de thèse va se concentrer sur (i) le cadre tectono-métamorphique à l'échelle des massifs des Aiguilles-Rouges-Belledonne-Pelvoux, (ii) le caractère de la déformation, intensité, répartition et régimes, (iii) les modalités de la fusion partielle (réactions impliquées) et les relations entre fusion partielle et mise en place des magmas, (iv) la datation des différents événements de fusion partielle et calage temporel des chemins P-T-t-D (v) les relations spatiales et temporelles entre zones de cisaillement en transfert des liquides silicatés et (vi) la modélisation thermo-cinématique afin d'appréhender l'évolution de la répartition de la chaleur dans la croûte en testant différents paramètres tectoniques et thermiques comme le shear heating et l'advection de magmas.

Nous attendons comme résultat une meilleure caractérisation de la structure varisque des MCE étudiés et de l'évolution thermique de la croûte orogénique du Carbonifère au Permien. Ce travail apportera un éclairage sur la compréhension de l'héritage structural et thermique tardi-varisque sur

le contrôle de la tectonique alpine. Enfin, la tectonique varisque alpine sera comparée à celle des massifs varisques voisins, en particulier celui de l'Agly (Pyrénées), afin d'intégrer les MCE dans un contexte géodynamique plus large.

- **Mot-clés** : Orogénèse Varisque, Massifs cristallins externes, déformations métamorphismes polyphasés, fusion partielle, magmatisme.

- **Résultats marquants** :

Les premières missions de terrains dans le massif des Aiguilles-Rouges ont permis de reconnaître trois fabriques planaires associées à des phases de déformation nommées D1, D2 et D3. Les observations de terrains nous en permis de faire des liens entre ces déformations, les métamorphismes et les corps magmatiques.

D1 est associée à une foliation S1 subhorizontale à l'état relictuelle qui est la plupart du temps effacée par les déformations suivantes. Les zones où S1 est préservée montre très clairement qu'elle est liée à un épisode de fusion partielle intense. De rares observations indiquent que D1 n'est pas la première fabrique planaire du massif.

D2 est la déformation principale du massif et correspond à un décrochement dextre. Elle forme des structures S/C/C' de l'échelle microscopique à l'échelle du massif même. Le SW du massif est principalement structuré par une foliation S2 verticale et une direction N150°. Les S2 sont affectées par des petites shear bands C2 N0-10°. Les C2 s'intensifient vers le NE et des C'2 N30° apparaissent. Les shear zones, très présentes dans la partie NE du massif, sont liées à ces cisaillements C2 et C'2. Ces fabriques planaires sont associées à un épisode de fusion partielle de moindre importance que celui de D1.

Enfin D3 forme une schistosité/foliation S3 subhorizontale dans les niveaux structuraux supérieurs (métasédiments carbonifères et les gneiss type Rioupéroux-Livet). Quelques observations indiquent de la fusion partielle associée à S3. La S3 pourrait donc se mettre en place à la limite de l'anatexis.

La D1 n'a pas été reconnue dans les sédiments carbonifères, tandis que la D3 se cantonne aux niveaux structuraux supérieurs. On observe donc un partitionnement de la déformation entre les niveaux structuraux anatectiques et non anatectiques.

Bien qu'un métamorphisme de HT-BP soit prépondérant dans le massif, des reliques du trajet progrades sont encore visibles dans des boudins d'éclogites au niveau du Lac Cornu. Ces éclogites sont généralement rétro-morphosées dans le faciès amphibolitique durant la D2. Dans les éclogites préservées, une ancienne déformation est encore visible, pouvant correspondre à la D1. Des travaux sont en cours pour déterminer si la fabrique planaire visible est liée aux conditions éclogitiques ou bien à un premier stade de rétro-morphose. Nos premiers résultats nous permettent d'associer le métamorphisme de HT-BP à la D2 dans un trajet rétrograde. La D1 peut être associée au trajet prograde ou bien aux premiers stades de la rétrogression.

Concernant le magmatisme, trois plutons principaux sont décrits dans le massif : les granites de Montées-Pélessiers, de Pormenaz et de Vallorcine. Les granites de Montées-Pélessiers et de Pormenaz ont été décrits comme étant syn-tectoniques avec la D2, cependant nos observations indiquent que le granite de Pormenaz est syn-D1. Ces deux granites ont été datés vers 330 Ma (Bussy et al., 2000). Un travail de datation U-Th/Pb par LA-ICPMS sur ces deux granites est en cours pour confirmer ou infirmer ces âges. Le granite de Vallorcine se met en place dans une shear zones C'2 et a été datée à 307 Ma par Bussy et al. (2000). Nous avons redaté ce granite par LA-ICPMS et nous avons obtenu un

âge de 304 ± 5 Ma, confirmant donc son âge du Carbonifère Supérieur. Ces datations ne permettent pas de déterminer une chronologie précise des déformations D1, D2 et D3 et d'autres données géochronologiques sont donc nécessaires.

Concernant le massif de l'Agly, 3 déformations varisques ont aussi été mises en évidence et présentent des similitudes avec celles des Aiguilles-Rouges. D1 est relictuelle et forme une foliation N-S pentée vers l'Est, probablement associée à un faible épaissement crustal avant 315 Ma. D2 est la déformation principale du massif avec une foliation subhorizontale et des shear zones C2 soustractives. Elle est associée au métamorphisme de HT-BP et à la mise en place de sills et laccolithes entre 310 et 290 Ma. Enfin D3 correspond à un décrochement dextre au centre du massif. L'âge de D3 est encore controversé mais semble indiquer que D2 et D3 aient été contemporaines durant une certaine période.

- Publications :

Siron G, Goncalves P, Marquer D, Trap P, Paquette JL, Vanardois J. Contribution of magmatism, partial melting buffering and localized crustal thinning on the late-variscan thermal structure of the Agly massif (French Pyrenees). *Submitted to J. Metamorph. Geol.*

Vanardois J, Trap P, Goncalves P, Marquer D, Gremmel J, Siron G, Baudin T. Kinematics, Deformation partitioning and late Variscan magmatism in the Agly massif, Eastern Pyrenees, France. *In review, submitted to Bull. Soc. Géol. Fr.*

Vanardois J, Trap P, Roger F, Goncalves P, Marquer D, Paquette JL, Siron G, Baudin T. Timing of variscan metamorphism and magmatism event in a transtensional regime (Agly massif, France). *In prep.*

- Participations à congrès nationaux et internationaux :

Journée RGF 2018, Orléans. Vanardois J, Trap P, Goncalves P, Roger F & Marquer D. Quelle est la contribution des événements varisques et alpins dans la structuration du massif de l'Agly ? Evidences cartographiques et géochronologiques des relations entre déformation, métamorphisme et magmatisme. Présentation orale.

RST 2018, Lille. Vanardois J, Trap P, Goncalves P, Roger F & Marquer D. Structural analysis and U-Th-Pb geochronology in the Agly Massif (Pyrenees): deciphering between late-variscan and alpine tectonics. Présentation orale.

EGU 2019, Vienne. Vanardois J, Trap P, Goncalves P, Roger F, Marquer D, Siron G, Baudin T, Paquette JL & Gremmel J. Deformation, metamorphism and U-Th-Pb geochronology in the Agly Massif (Pyrenees): deciphering between late-Variscan and Alpine tectonics. Présentation orale.

Journée RGF 2019. Vanardois J, Trap P, Goncalves P, Roger F, Marquer D, Siron G, Baudin T, Paquette JL & Gremmel J. Deformation, metamorphism and U-Th-Pb geochronology in the Agly Massif (Pyrenees): deciphering between late-Variscan and Alpine tectonics. Poster.