

Titre : Chronologie et dynamique des circulations fluides associées aux minéralisations polymétalliques des Alpes du Nord

Prénom NOM : Maxime BERTAUTS

Coordonnées de l'encadrant BRGM	Isabelle Duhamel-Achin DGR-MIN Orléans i.duhamelachin@brgm.fr
Programme Scientifique	Référentiel Géologique de la France - chantier Alpes
Directrice de thèse	Emilie JANOTS (MCF ISTERre, Université Grenoble Alpes)
Co-directrice de thèse	Magali ROSSI (EDYTEM, Chambéry) Isabelle Duhamel-Achin (BRGM, DGR-MIN)
Co-encadrants	Laurent TRUCHE (ISTERre) Blandine Gourcerol (BRGM DGR-MIN) Philippe Lach (BRGM DEPA-ISO) Jérémy Melleton (BRGM DGR-GSO)
Ecole Doctorale	Terre Univers Environnement (TUE, Université Grenoble Alpes)
Laboratoire universitaire de rattachement	ISTERre (Grenoble)
Site principal	ISTERre (Grenoble)
Financement	BRGM RGF Alpes et ISTERre
Employeur	ISTERre (UGA)
Date Début - Fin	01/09/2019 – 30/08/2022
Date de soutenance	Non fixée

- Résumé :

Ce projet de Thèse RGF vise à établir la chronologie et la dynamique des processus minéralisateurs responsables de la formation des gisements polymétalliques des Alpes du Nord. Les cibles identifiées ont été sélectionnées dans les gisements de type Pb-Ag, comme ceux emblématiques de Macôt-La Plagne, Peisey-Nancroix et des Chalanches. Cette étude repose sur 1) une caractérisation pétrographique fine et une détermination des séquences paragénetiques et thermobarométriques, 2) des datations systématiques des minéralisations investiguées via des méthodes de pointe, 3) l'étude de la dynamique des transferts de masse via l'analyse des inclusions fluides et des éléments en traces/isotopes en roches totales et in situ. De cette approche intégrée naîtra une comparaison des conditions P-T-t des circulations de fluides à l'échelle de la chaîne alpine.

Les résultats attendus viendront compléter et mettre à jour les bases de données du BRGM relatives aux gîtes miniers (SIG Mines France/ SI RGF) en incluant la dimension spatio-temporelle des transferts de masse. Ils permettront de contraindre les sources et la mobilité des métaux y compris celles des métaux critiques associés (Ag, Ge, REE, Co, Ni, Cd, Hg) en contexte orogénique polyphasé, en relation avec les épisodes successifs de déformation et métamorphisme Varisque et Alpin. Ils auront un impact considérable sur notre compréhension des transferts de matière avant et pendant l'orogénèse alpine et viendront alimenter de façon originale des guides d'exploration des minéralisations dans d'autres massifs.

- **Mot-clés** : Ressources Minérales, Géochronologie, Gisement, Alpes, Référentiel Géologique de la France.

- **Résultats marquants et état d'avancement** :

Les résultats (pré-thèse) du Master 2 de Maxime Bertauts en 2018-2019 sur le programme RGF ont permis de démontrer la faisabilité technique de la méthodologie de datation des gisements Pb-Ag des Alpes du Nord en analysant le système U-Th-Pb de minéraux accessoires synchrones des minéralisations. Les deux premiers sites d'étude lors du M2 étaient les anciennes mines de Peisey-Nancroix et Macôt-La Plagne, appartenant au domaine du Briançonnais (PN et MAC sur la Figure 1).

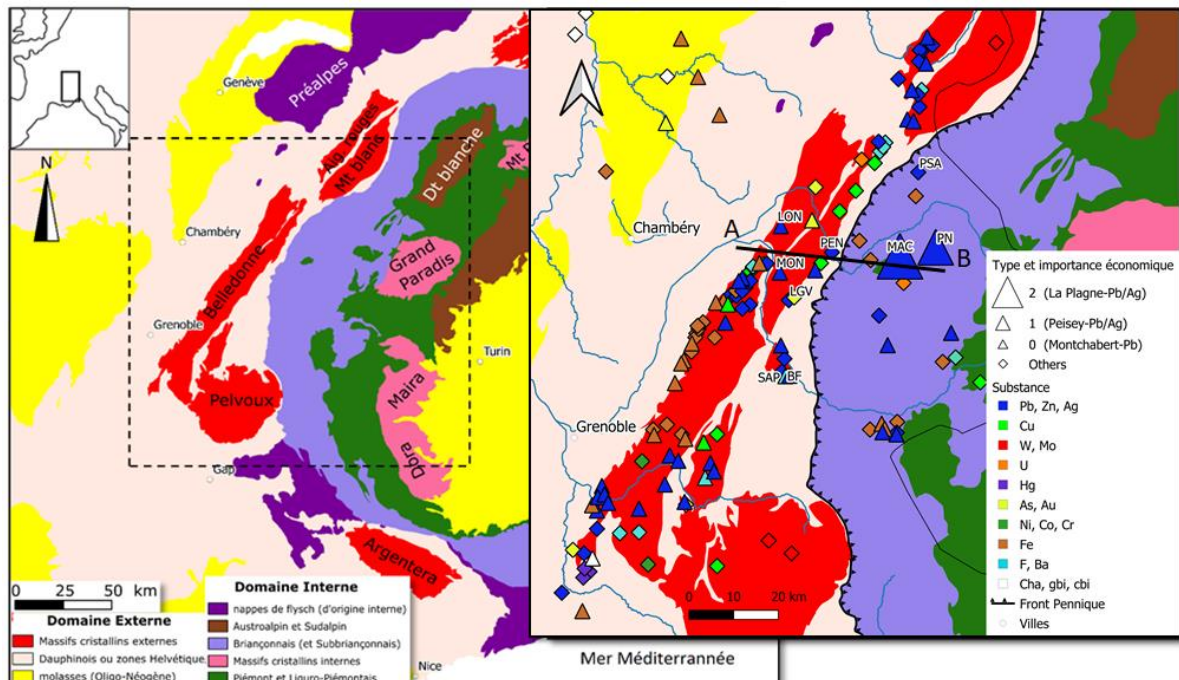


Figure 1 : Carte des grands ensembles géologiques et domaines structuraux des Alpes occidentales (d'après Gasquet et Rossi, 2013). L'encadré en tirets noirs correspond à la délimitation de la carte de localisation des minéralisations présentée en médaillon à droite d'après l'inventaire minier du BRGM (sources : SIG Mines et InfoTerre). Le trait noir représentant le transect E-W et les sites en cours d'échantillonnages pour la thèse. PN : Peisey-Nancroix ; MAC : Macôt-La Plagne ; PSA: Pont-Saint-Antoine; BF: Bois Feuillet; SAP: Sapey PEN : Le Penay ; LGV : Le Gros Vilan ; MON : Montchabert ; LON : Le Longeray.

Ces travaux préliminaires ont porté sur des échantillons historiques issus de la lithothèque du BRGM et sur une halde d'un ancien site d'exploitation. Le protocole de datation des minéralisations Pb-Ag par datation isotopique *in-situ* au LA-ICP-MS sur monazite, en intercroissance ou en inclusion dans les sulfures (principalement galène, pyrite, chalcopryrite et cuivres gris), fonctionne très bien. Les âges obtenus (Figure 2) permettent de contraindre la mise en place des minéralisations de ces deux sites des Alpes internes à environ 35 Ma. Cet épisode est contemporain de la compression alpine et du chevauchement vers l'Ouest des Alpes internes sur les Alpes externes, le long du Front de Pennique. Ces premières données sont uniques, car aucune méthode de datation isotopique moderne n'avait jamais été entreprise sur ces minéralisations alpines, dont l'exploitation s'est arrêtée en 1973.

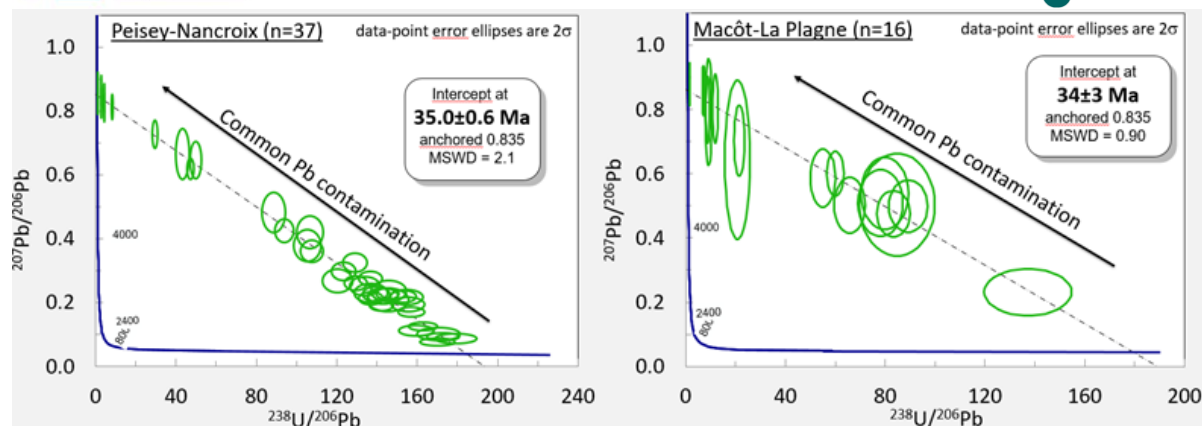


Figure 2 : Diagramme Tera-Wasserburg représentant les analyses de monazite avec une correction du plomb commun par ancrage au rapport initial du $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ à 0.835, a) de l'échantillon de Peisey-Nancroix donnant un âge de $35,0 \pm 0,6 \text{ Ma}$; b) de l'échantillon de Macôt-La Plagne donnant un âge de $34 \pm 3 \text{ Ma}$.

Les premiers travaux de thèse, initiés depuis septembre 2019, ont consisté à lancer les premières études de terrain, ainsi qu'un échantillonnage des occurrences minéralisées (stratiformes ou filoniennes) et des formations encaissantes (socle et couverture sédimentaire) le long d'un grand transect est-ouest à travers les différents domaines lithostructuraux des Alpes du Nord (tracé AB sur la Figure 1). Six sites ont pour l'instant été travaillés et échantillonnés d'Ouest en Est en termes de domaines alpins :

- les veines minéralisées de Pont Saint-Antoine (Bourg-Saint-Maurice, Savoie) situé dans la zone Valaisanne, dans les dolomies Triasique (Unité de Moûtiers) ;
- les filons de Bois Feuillet et du Sapey (Jarrier, Savoie) appartenant au massif cristallin externe du Rocheray, recoupant le socle granitique et métamorphique hercynien ainsi que les sédiments triasiques et liasiques ;
- la mine du Gros Vilan (Montgellafrey, Savoie) et celle du Penay (La Léchère, Savoie) située dans le massif cristallin externe de la Lauzière, dans le socle métamorphique hercynien ;
- la mine du Longeray (Bonvillard, Savoie) situé dans le massif cristallin externe de la Lauzière, dans le socle métamorphique hercynien.

De nouvelles données géologiques et des mesures structurales sont réalisées et géoréférencées pour chacun des sites. Une étude bibliographique des travaux miniers historiques et des recherches académiques est également menée en parallèle. Les premiers échantillons sont actuellement en lithopréparation à l'Université de Chambéry et les observations pétrographiques se poursuivront au premier trimestre 2020. Un premier essai de cartographie de la distribution des éléments en traces dans les sulfures de Peisey et La Plagne a été conduit. Au printemps, les travaux de terrain reprendront vers l'ouest sur les sites de Montchabert et du Longeray.

Récemment (début Janvier 2020) des lames ont été réalisées sur les échantillons des nouveaux sites (décrit ci-dessus). Leurs études pétrographiques et minéralogiques systématiques au microscope optique et au MEB viennent de débiter afin de caractériser les paragenèses minérales et la chronologie des événements minéralisateurs dans l'histoire alpine.

- **Publications** : aucune pour l'instant.

- **Participations à congrès nationaux et internationaux** : présentation d'un poster au workshop international « Basins and Resources » organisé par l'Université de Lorraine (UMR Géoresources-CNRS-CREGU) à Vandoeuvre les Nancy le 13 novembre 2019.

