

Offre de contrat doctoral financé

Interactions fluides/roches dans les zones de faille : Les minéraux argileux marqueurs des conditions PTtx des circulations de fluides hydrothermaux du Massif de l'Argentera

Direction : Delphine Charpentier

Sujet de la thèse

Les zones de faille majeures peuvent enregistrer un **polyphasage** tectonique sur des échelles de temps allant jusqu'à plusieurs centaines de millions d'années, en lien avec l'évolution géodynamique régionale. Ce polyphasage se traduit notamment par le développement de **circulations fluides** de nature et de temporalité variées. Certaines de ces circulations sont associées à la mise en place de **minéralisations métallifères**, tandis que d'autres sont liées à la présence de **sources hydrothermales actives**. La présence de ces indices au sein des zones de failles constitue des éléments clés dans l'exploration minière et géothermique.

Ainsi, le massif de l'Argentera-Mercantour, massif cristallin externe situé au Sud-Est des Alpes (Figure 1), abrite des zones de failles dont certaines sont marquées par des épisodes hydrothermaux fossiles minéralisateurs (mines de Pb-Zn-Ag-F-U) et hydrothermaux actifs (sources, géothermie).

Afin de mieux discriminer les mécanismes spécifiques impliqués dans la formation des sources hydrothermales et des gisements métalliques, il est essentiel de caractériser les circulations de fluides chenalisées par les zones de failles (x), de contraindre le contexte structural et de déterminer les conditions pression-température-temps (P-T-t) associées à la formation et aux réactivations des structures tectoniques.

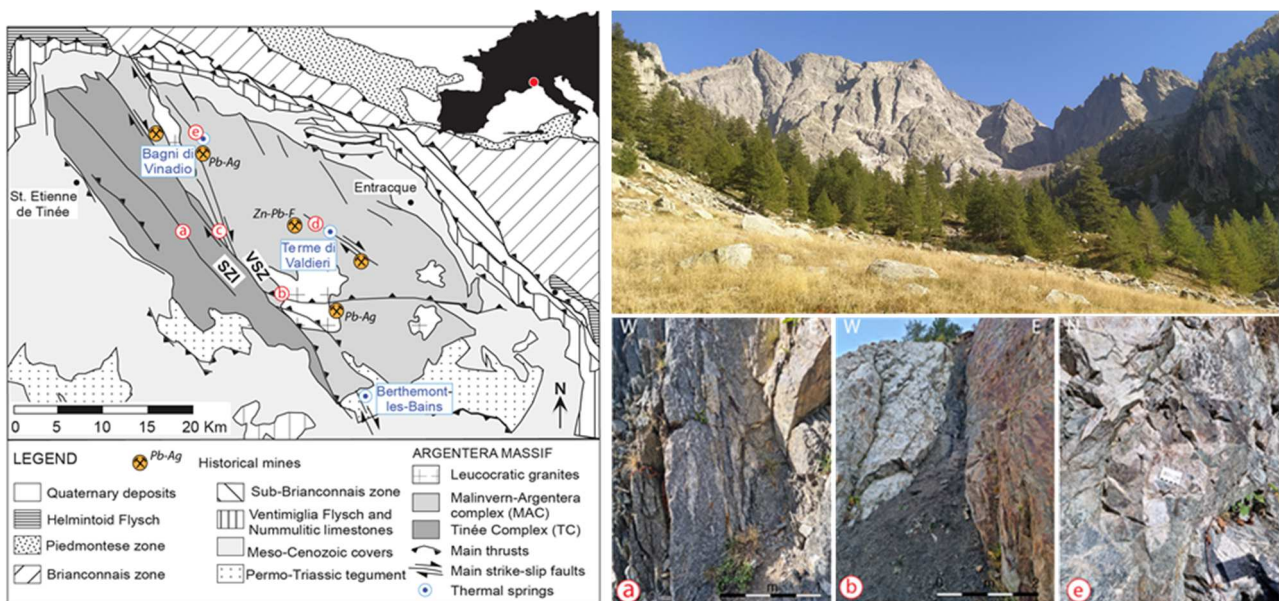


Figure 1. Carte structurale du massif de l'Argentera-Mercantour (SZI : Shear Zone d'Isola, VSZ : Valetta Shear Zone) où les sources hydrothermales et les anciennes mines sont reportées (modifiée d'après Baietto et al., 2009) et photographies de zones d'étude.

Ce sujet de thèse repose sur une approche pluridisciplinaire et l'utilisation de techniques analytiques variées afin de répondre aux questions suivantes :

1. Quelles sont les transformations minéralogiques liées aux circulations fluides actives et fossiles ?

Il est essentiel d'identifier les marqueurs minéralogiques et géochimiques associés aux réactivations cassantes, ainsi que les signatures spécifiques des systèmes hydrothermaux qui leur sont liés. Pour cela, il sera nécessaire de réaliser des études multi-analyses le long de transects à travers des zones de failles :

- analyse pétrographique et minéralogique (microscopiques électroniques, DRX, infra-rouge, raman),
- caractérisation géochimique (analyses chimiques roche totale, μ XRF, EPMA)

2. Quelles ont été les conditions P-T-t-X de déformation des zones de failles du massif de l'Argentera-Mercantour ?

L'étude des minéraux nouvellement formés, et en particulier des minéraux argileux, permettra d'aborder cette histoire complexe :

- thermométrie des chlorites (analyses EPMA, MET, MET-EELS),
- datation des illites par méthodes radiométriques (méthodes argon sur illite, Rb/Sr),
- micro-thermométrie par inclusions fluides.

3. Quelle est l'origine de(s) fluide(s) et quelles sont les conditions de circulation ?

Les fluides hydrothermaux actuels seront également étudiés afin de contraindre leurs origines :

- analyses chimiques (éléments majeurs et traces),
- rapports isotopiques de l'hélium ($^3\text{He}/^4\text{He}$).

Les résultats alimenteront des modèles d'interactions fluide/roche et de transport réactif (PhreeqC), et permettront de discuter des conditions de circulations des fluides actuels au sein du massif.

Mots clés

Interactions fluides/roches, zones de faille, minéraux argileux, circulations de fluides, hydrothermalisme, domaine cassant

Conditions de la thèse et profil recherché

Le ou la candidat(e) retenu(e), évoluera au sein de l'équipe Géologie des Ressources Minérales du laboratoire GeoRessources (UMR7359) rattaché à l'Université de Lorraine. Il/elle travaillera également en collaboration avec des experts des thématiques abordées provenant d'autres laboratoires.

Nous recherchons un(e) candidat(e) motivé(e) par l'étude des circulations de fluides dans les milieux fracturés, et démontrant un intérêt particulier pour la minéralogie et la géochimie. Une appétence pour la modélisation numérique et l'analyse quantitative des données géologiques sera appréciée.

Les candidat(e)s intéressé(e)s sont invité(e)s à transmettre une lettre de motivation, un CV, une lettre de recommandation (responsable de la filière de formation ou tuteur de stage) et leurs notes à Delphine Charpentier (delphine.charpentier@univ-lorraine.fr) avant le 28 mai 2026. Une candidature en ligne doit être faite en parallèle sur ADUM.