

Avis de Soutenance

Monsieur Julien FORT

Sciences de l'Univers

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Tourmalinisation des systèmes hydrothermaux périgranitiques : approche expérimentale du champ de stabilité et des dynamiques des processus métasomatiques dans les systèmes borosilicatés

dirigés par Monsieur STANISLAS SIZARET

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : ISTO - Institut des Sciences de la Terre d'Orléans

Soutenance prévue le **mardi 12 septembre 2023** à 14h00

Lieu : Campus Géosciences, 1A rue de la Férollerie, 45071 Orléans

Salle : Amphithéâtre OSUC E018

Composition du jury proposé

M. STANISLAS SIZARET	Université d'Orléans (OSUC)	Directeur de thèse
M. Johann TUDURI	BRGM	Co-encadrant de thèse
Mme Caroline MARTEL	Université d'Orléans (OSUC)	Examinatrice
M. David DOLEJS	University of Freiburg (Institute of Earth and Environmental Sciences)	Examineur
M. Alexander GYSI	New Mexico Institute of Mining and Technology	Examineur
M. Larryn W. DIAMOND	University of Bern (Institute of Geological Sciences)	Rapporteur
M. Vincent VAN HINSBERG	University of McGill (Department of Earth and Planetary Sciences)	Rapporteur
M. Olivier BLEIN	BRGM	Invité

Mots-clés : Systèmes hydrothermaux, Interaction fluide / roche, Petrophysique, Experimentation, Modelisation thermodynamique, Ressources minérales

Résumé :

La formation des gisements hydrothermaux dépend essentiellement des propriétés physico-chimiques du fluide et de la roche encaissante. La dynamique hydrothermale est fortement liée aux couplages et rétroactions thermiques, hydrauliques, mécaniques et chimiques. L'observation des altérations associées aux minéralisations ne donne qu'un aperçu statique et parcellaire de ces phénomènes complexes. Les simulations numériques sont donc extrêmement utiles pour évaluer ces couplages, soit en modélisant l'écoulement des fluides et le transfert de chaleur, soit en modélisant les équilibres thermodynamiques entre les fluides et les minéraux. Des progrès récents ont permis de combiner ces deux types de simulations et les résultats soulignent qu'en modifiant les propriétés pétrophysiques de la roche hôte, l'altération constitue une force motrice à la fois physique et chimique lors de la formation des gisements. Un tel développement nécessite (i) une bonne implémentation de l'altération dans les simulations d'équilibre en batch et (ii) des lois quantitatives décrivant l'effet de l'altération sur la perméabilité de la roche. Cette thèse se concentre sur la tourmaline, un minéral emblématique et omniprésent de la transition magmatique/hydrothermale, présent dans les altérations depuis le stade tardif de la cristallisation magmatique jusqu'au métasomatisme à basse température. Cependant, le manque de données calibrant la stabilité de la tourmaline est un obstacle à son utilisation dans la modélisation thermodynamique. Les objectifs sont donc (i) de fournir de nouvelles contraintes expérimentales sur [B2O3]fluid_EQ, la concentration en bore du fluide à l'équilibre avec la tourmaline, (ii) d'évaluer la qualité actuelle de l'implémentation de la tourmaline dans les modèles thermodynamiques, et (iii) d'étudier les dynamiques du métasomatisme du bore dans un environnement périgranitique, via une expérience de percolation réactive. Les résultats obtenus par expérimentation en batch à 600, 500 et 400°C (200 MPa, en condition modérément oxydante) montrent que les équilibres tourmaline-cordiérite et tourmaline-biotite nécessitent une [B2O3]fluide compris entre 8 et 1 wt%. Les expériences réalisées sur les mêmes assemblages mais avec une chimie des fluides variable (pH et concentration en chlorure alcalin) montrent une réduction du [B2O3]fluid_EQ ainsi que d'importantes modifications de texture et de composition. Ces gammes de

concentrations en bore sont cohérentes avec les contraintes de composition des fluides hydrothermaux naturels et des magmas peralumineux. La comparaison entre les résultats expérimentaux et les calculs thermodynamiques du [B₂O₃]fluid_EQ soulignent les limitations des simulations numériques, liées à l'absence de modèle de solution solide pour les tourmalines complexes. L'expérience de percolation réactive a été réalisée en infiltrant une saumure de B(OH)₃ dans un micaschiste tacheté à 300°C et 30 MPa pendant 6 semaines. L'organisation globale des altérations est interprétée comme le résultat d'une interaction entre la minéralogie locale et la vitesse du fluide, allant d'un lessivage intense dans les zones à fort débit à des pseudomorphose dans les zones à faible débit.