

Titre : Evolution des propriétés pétrophysiques aux cours d'une métasomatose hydrothermale : développement d'une approche prédictive déterministe en exploration minière – application à la transition magmatique hydrothermale (système alcalin- boro-silicaté de l'Anti Atlas, Maroc).

Title : Evolution of petrophysical properties during hydrothermal metasomatism: development of a deterministic predictive approach in mineral exploration - application to the hydrothermal magmatic transition (alkaline-boro-silicate system of the Anti Atlas, Morocco).

Coordonnées de l'encadrant BRGM	Olivier BLEIN ; o.blein@brgm.fr
Programme Scientifique	
Directeur de thèse prévu	Stanislas SIZARET ; stanislas.sizaret@univ-orleans.fr
Co-directeur de thèse (BRGM)	Olivier BLEIN, Johann TUDURI
Laboratoire d'accueil	UMR ISTO
Etablissement d'inscription	Université d'Orléans
Site principal	Orléans
Type de financement prévu	Contrat Doctoral BRGM/ Université d'Orléans

Résumé

La transition énergétique et la révolution du numérique provoquent une demande accrue en métaux et nécessitent la découverte de nouveaux gisements. L'exploration de gisements potentiels, notamment à plus grande profondeur est un nouveau défi qui appelle de nouveaux outils. La simulation numérique du fonctionnement des systèmes hydrothermaux minéralisateurs est capable de définir, à partir d'un contexte géologique favorable, des zones d'enrichissement et donc des cibles d'exploration. A l'heure actuelle, les codes numériques développés intègrent une approche très physique (i.e., changements d'état de l'eau, fracturation). Peu de travaux se sont penchés sur les altérations minéralogiques et la modification des propriétés de transfert de masse et de chaleur des roches altérées et le devenir des métaux lessivés. Si le rétrocontrôle des altérations sur la circulation des fluides est largement évoqué dans la littérature il reste très rarement quantifié. Les travaux récents menés à l'ISTO montrent que les altérations peuvent faire varier la perméabilité de plusieurs ordres de grandeur et ont un impact important sur la localisation des minéralisations.

L'objectif de ce projet de thèse est d'associer : (i) des travaux de modélisation thermodynamique afin d'établir la séquence d'altération et estimer les variations volumiques (porosité), (ii) des travaux expérimentaux mesurant les variations de perméabilité au cours de l'avancement des réactions d'altération de la roche, (iii) réaliser des simulations numériques appliquées à un cas réel (laboratoire naturel) sub-affleurant d'hydrothermalisme associé à un magmatisme alcalin-borosilicaté (Anti-Atlas, Maroc) afin d'établir la séquence d'altération et « positionner » les zones enrichies et minéralisées.

Mot-clés : Système hydrothermal, flux, pétrophysique, thermodynamique, modélisation, interactions fluide roche, transition magmatique-hydrothermal, métallogénie

Profil de candidature souhaitée

Nous recherchons un étudiant titulaire d'un master en Sciences de la Terre, ayant de solides connaissances en thermodynamique et/ou géochimie des altérations et désireux de développer son expertise dans ces deux disciplines dans le cadre d'une thèse. L'étudiant devra être motivé par le travail de recherche, aussi bien sur le terrain qu'en laboratoire. Il/elle devra faire preuve d'autonomie dans son travail et de rigueur scientifique dans son approche des questions scientifiques. Un bon niveau d'anglais est nécessaire ou devra être acquis rapidement pour publier les résultats de la thèse dans des revues internationales.

Summary

The energy transition and the digital revolution led to increase the demand for metals and thus required the discovery of new ore deposits. Exploration of potential deposits, especially at greater depths, is a new challenge that requires new tools. It is now possible to define exploration targets by the identification of enriched zones through the numerical simulation of hydrothermal mineralised systems in a well known geological context.

Currently, computer codes have a very physical approach (changes in the state of water, fracturing). Little works have been done on alterations and changes in the transfer properties of altered rocks. Literature commonly reports on fluid flux and permeability although no quantification is available. Recent works at ISTO show that fluid-rock reactions can modify the permeability by several orders of magnitude and have a significant impact on the location of mineralisation. The objective of this thesis is to associate together: i) a thermodynamic modeling work limited to the alteration domains with an emphasize on tourmalinisation processes, ii) an experimental work measuring changes in permeability during the fluid rock reaction, iii) realistic numerical simulations based on a hydrothermal system located in the Moroccan Anti-Atlas.

Key-words : Hydrothermal system, flux, petrophysics, thermodynamic, modeling, fluid rock reaction, magmatic-hydrothermal transition, ore forming processes

Profil EN

We are seeking a student with a master degree in Earth Sciences, with a strong background in thermodynamics and/or geochemistry of altered rocks, and willing to strengthen his/her expertise in these topics during the Ph.D. The candidate should be motivated by research work in the field and in the lab. He/she should be independent in his/her work and have a rigorous approach of scientific issues. Fluent english is necessary to publish his/her results in international publications.

Procédure de candidature

*Le poste est ouvert aux personnes diplômées d'un master en Sciences de la Terre au moment de la prise de fonction (1^{er} Octobre 2019). Le contrat de thèse est de 3ans. Le/la candidat(e) enverra par email à Stanislas SIZARET (stanislas.sizaret@univ-orleans.fr) et Olivier BLEIN (o.blein@brgm.fr) les pièces suivantes **avant le 29 Avril 2019** :*

-Un CV

-Les relevés de notes de Master (indiquant les classements au sein de la promotion)

-Les contacts de deux personnes référentes, ayant par exemple encadré le/la candidat(e) lors d'un stage de recherche

Application Procedure

*Qualified individuals need to have a MSc-degree in Geosciences at the time of appointment. The Ph.D contract is for 3 years, starting on the 1st October 2019. Applicants should send by email to Stanislas SIZARET (stanislas.sizaret@univ-orleans.fr) and Olivier BLEIN (o.blein@brgm.fr) the following documents **by the 29th April 2019**:*

-CV

-M.Sc. grades

-Two reference contacts