



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2018

---

**TITRE du SUJET : Etude expérimental de la production d'H<sub>2</sub> en contexte intra-continental lors d'interactions fluide-roche**

Directeur (trice) :

**MARTINEZ Isabelle, (MCF, HDR), [martinez@ipgp.fr](mailto:martinez@ipgp.fr)**

Co-encadrant(e) : **SISSMANN Olivier, IFPEN, [olivier.sissmann@ifpen.fr](mailto:olivier.sissmann@ifpen.fr)**

Equipe d'accueil :

**IPGP- Equipe de Géochimie des isotopes stables– UMR7154**

Financement : **Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement**

---

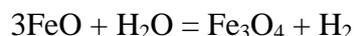
Plus de renseignement voir : <http://ed560.ipgp.fr>, Rubrique : Offres\_de\_thèse  
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale

---

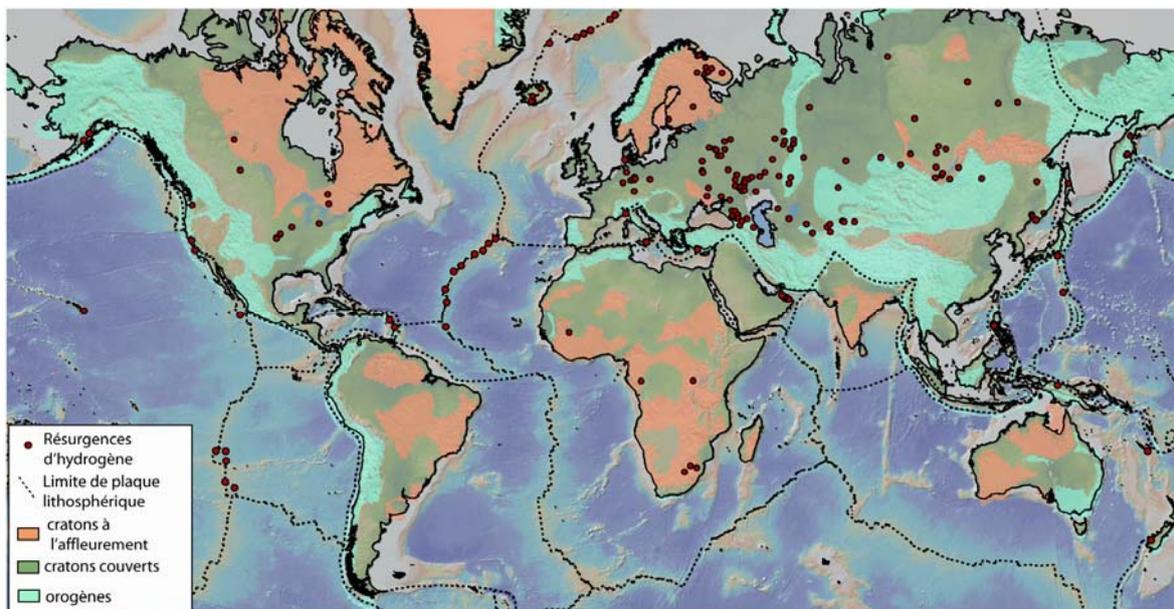
Développement du Sujet :

**Etude expérimental de la production d'H<sub>2</sub> en contexte intra-continental lors d'interactions fluide-roche**

Depuis la découverte de larges quantités d'H<sub>2</sub> produites au niveau des événements de la ride médio-atlantique, le mécanisme impliqué dans ces systèmes a largement été étudié expérimentalement et décrit dans la littérature. Il s'agit de l'altération de minéraux riches en fer ferreux (Fe<sup>2+</sup>), principalement l'olivine pour les roches de la lithosphère océanique (la péridotite), dont le changement de valence au contact de l'eau de mer entraîne sa dissociation selon la réaction :



Cette réaction, en milieu océanique, est spontanée (et fortement exothermique) pour des températures comprises entre 200 et 400°C. En milieu continental, les sources d'H<sub>2</sub> naturel se retrouvent également au niveau des massifs ophiolitiques (qui sont des fragments de lithosphère océanique obductée) mais de manière plus inattendu en contexte intra-cratonique. Les lithologies associées à ces contextes sont beaucoup plus variables, avec parfois la présence de roches basiques/ultrabasiques mais également de roches sédimentaires et/ou granitiques. Les phases minérales et fluides alors impliquées dans ces réactions d'altération ne sont pas connues. Nous proposons donc de tester expérimentalement la capacité de production d'hydrogène de quelques silicates ferreux suspectés en milieu continental, notamment les biotites, chlorites et/ou certains minéraux argileux tels que les smectites, en particulier des smectites riches en ammonium.



Carte mondiale de la localisation des résurgences d'hydrogène naturel (>10 mol%, thèse Julia Guelard)

En effet, il semble important de tester le rôle de l'ammonium dans ces réactions : les assemblages de gaz observés dans ces environnements naturels étant généralement composés de trois espèces -  $H_2$ ,  $CH_4$  et  $N_2$  - en proportions variables, ce qui suggère que des minéraux riches en ammonium pourraient être impliqués. Les assemblages minéralogiques seront placés en présence d'une phase fluide en capsule en Au, portés dans des conditions de HP-HT (100-300 bars/200-400°C) pour des durées d'expériences variables: de quelques jours à plusieurs semaines afin d'établir une cinétique réactionnelle. Les capsules seront ensuite percées sur une ligne à vide couplée à un chromatographe en phase gazeuse afin de quantifier les gaz produits; puis les phases solides récupérées pour être analysées par des techniques classiques telles que : diffraction X, microscopie électronique (MEB et MET). Nous envisageons également de travailler sur des poudres de roches totales, en utilisant le nano-broyage pour des expériences courtes dans des autoclaves à prélèvement, ce qui permettra d'augmenter de façon notable la surface réactionnelle des minéraux utilisés et ainsi les cinétiques réactionnelles et les quantités d' $H_2$  produites. La technique de nanobroyage, peu utilisée jusqu'à présent, devra être mise au point pour les échantillons des systèmes naturels envisagés (granites, métasédiments, ..).

Ces résultats seront comparés à des modélisations thermodynamiques et cinétiques afin de mieux comprendre la dynamique réactionnelle et mettre en évidence d'éventuels facteurs limitants. Outre la pression et la température, il sera également intéressant de contraindre le rôle du pH sur ces réactions. La compréhension plus approfondie des phases intermédiaires du type oxydes de fer et de leur formation est aussi essentielle dans ces réactions notamment par leur relation directe avec le pH et le potentiel d'oxydo-réduction du fluide. De même, l'influence de la composition ionique du fluide réactionnel sera aussi développée. L'utilisation d'analyses de fluides hydrothermaux naturels permettra aussi de mieux cibler les expériences et les modélisations effectuées en se plaçant par exemple dans des cas de compositions ioniques semblables, et ainsi dans des conditions plus proches du milieu naturel.

A l'échelle plus globale, comprendre la génération d' $H_2$  lors de réactions fluides-roche apportera également des éléments de réponse à la problématique de l'oxygénation de l'atmosphère terrestre mais également des pistes pour envisager la transition énergétique et l'utilisation des énergies décarbonées, l'hydrogène pouvant devenir une nouvelle source primaire d'énergie.

