



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2018

TITRE du SUJET : Durée des épisodes de Terre « boule de neige » tracée par les flux de poussières cosmiques

Directeur : **Moreira, Manuel, PR, moreira@ipgp.fr**

Co-directeur: **Pierre Sans-Jofre** (Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM)), Maître de conférences, sansjofre@univ-brest.fr (sans HDR)

Equipe d'accueil : **IPGP- Equipe CAGE – 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 :

La théorie de la Terre « boule de neige » permet d'expliquer les dépôts glaciaires du Cryogénien (720-635 Ma) à des paléo-latitudes tropicales et plus particulièrement de leurs localisations globales suggérant un événement géologique de grande ampleur. Il est proposé que l'océan était totalement couvert d'une couche de glace pendant plusieurs millions d'années et ceux, à deux reprises. Deux dépôts sédimentaires glaciaires majeurs ont été identifiés, un premier correspondant à la glaciation Sturtienne comprise entre 717 et 659 Ma et un deuxième à la glaciation Marinoenne comprise entre 645 et 635 Ma. Ces épisodes



glaciaires sont accompagnés de perturbations chimiques océaniques sans précédent dont témoignent les différents indicateurs géochimiques classiques (excursion négative des $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$, $\delta^{34}\text{S}$ extrêmement positif, enrichissement en métaux traces et retour des BIF, disparus depuis plus d'un milliard d'années) et suivies de l'émergence des organismes pluricellulaires métazoaires. Comprendre les mécanismes d'entrée et de sortie de ces glaciations extrêmes représente un challenge scientifique pluridisciplinaire qui repose essentiellement sur la modélisation des paramètres géochimiques disponibles et de datations précises. Nous proposons dans cette thèse de coupler des traceurs géochimiques couramment utilisés dans l'étude de la Snowball Earth à une nouvelle approche qu'est l'utilisation des gaz rares afin d'obtenir des informations sur la durée de ces épisodes glaciaires ainsi que sur la dynamique active possible durant ces glaciations.

Effectivement, durant ces phases de glaciation majeure, des particules cosmiques et/ou de météorites s'accumulent sur la glace et l'on doit retrouver des anomalies chimiques caractéristiques de ces objets extraterrestres, tel que l'iridium, dans les carbonates formés

après la déglaciation brutale (cap-carbonates). Les gaz rares offrent l'opportunité de tracer ces objets extraterrestres en raison de leurs faibles abondances relatives sur Terre. Ils doivent permettre de quantifier la durée de ces épisodes de glaciation majeure en connaissant le flux de matériel extraterrestre. La thèse se focalisera principalement sur la mesure du néon, traceur par excellence d'un tel apport extraterrestre.

Ce sujet de thèse comporte trois volets principaux :

- Développement analytique sur l'extraction et l'analyse des gaz rares dans les roches sédimentaires (de différentes matrices).
- L'analyse en gaz rares dans des sédiments qui précèdent et qui suivent directement les épisodes glaciaires afin de quantifier la durée de ces épisodes.
- L'analyse de sédiments syn-glaciaires afin d'apporter de tester l'hypothèse d'une dynamique glaciaire importante durant une Snowball Earth

Une grande partie des analyses sera effectuée au laboratoire des gaz rares de l'équipe CAGE (IPGP). Les résultats obtenus seront couplés à une modélisation des flux de poussières cosmiques dans le passé, afin de dater la durée des épisodes de Terre gelée. Une autre partie des analyses (Eléments traces, isotopie de la matière organique et des carbonates) sera effectuée à Brest).

3 localisations géographiques principales pour les études lors de la thèse ont été choisies en fonction de leur position stratigraphique et paléo-géographique et de l'état de préservation des échantillons :

- La Formation Noonday (Vallée de la Mort), cap-carbonates Marinoens (Echantillons déjà sur Brest)
- Les formations Keele - Ice Brook et Ravensthoat (Canada) qui entoure la glaciation Marinoenne (Demande d'échantillon effectué à Raquel Alonso (conservateur de la lithothèque d'Harvard) en collaboration avec Paul Hoffman).
- Les formations Ombombo - Chuos et Rasthof (Namibie) encadrant la Glaciation Sturtienne (Echantillon en partie à Brest et à l'Université de Victoria).

La thèse sera co-encadrée par Manuel Moreira (Pr, IPGP), responsable de l'équipe CAGE, et spécialiste de la géochimie des gaz rares, et Pierre Sans-Jofre, (MC, Université de Bretagne Occidentale), géochimiste spécialiste des glaciations majeures de la Terre. Des collaborations internes à l'IPGP (Pr Magali Ader) et externes (Pr Paul Hoffman, Dr Stefan Lalonde) sont prévues.