Proposition de thèse : Origine, dégazage et enregistrement géologique de l'azote terrestre : approche expérimentale et modélisation

L'origine de l'azote terrestre et son évolution au cours du temps géologique restent des questions fondamentales en sciences de la Terre. Ce projet de thèse propose une approche innovante combinant expérimentation en conditions extrêmes et modélisation géochimique pour comprendre l'influence du dégazage du manteau sur l'établissement des compositions isotopiques en azote de l'atmosphère moderne. Nous étudierons particulièrement le rôle du dégazage d'océan magmatique, en considérant à la fois l'azote et les autres gaz qui dégazent simultanément.

Le travail expérimental consistera à reproduire en laboratoire le dégazage d'un océan magmatique. Il s'agira de réalité des expériences en autoclave IHPV (Internally heated pressure vessel) jusqu'à 4000 bar et 1500°C en contrôlant précisément la fugacité d'oxygène via des mélanges gazeux H_2/Ar. Nous synthétiserons des fontes silicatées à partir de matériaux de départ comme des poudres basaltiques contenant de l'azote, puis analyserons les $^{15}N/^{14}N$ dans les phases gazeuse et solide. Ces données expérimentales serviront de base à des calculs de bilan de masse visant à quantifier dans quelles conditions un dégazage magmatique peut reproduire à la fois la signature isotopique et la composition chimique de l'atmosphère actuelle.

Une partie cruciale de la thèse consistera à confronter ces modèles de dégazage à l'enregistrement géologique, notamment à travers l'étude de données disponibles sur paléosols et des roches archéennes. Cette approche permettra de vérifier si les scénarios proposés sont compatibles avec les contraintes fournies par le registre sédimentaire. Les résultats apporteront des réponses fondamentales sur l'origine des volatils terrestres et les conditions redox prévalant lors de l'accrétion de notre planète et la formation de son atmosphère.

Le(a) candidat(e) idéal(e) possédera un master en géochimie, sciences de la Terre ou chimie des matériaux. Une expérience en expérimentation haute pression-haute température ou en modélisation géochimique serait un atout. Le projet, qui se déroulera principalement à l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP) en collaboration avec l'Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO), requiert une aptitude au travail interdisciplinaire combinant expérimentation, modélisation et analyse de données géologiques. Les candidatures sont à adresser à l'école doctorale de l'IPGP. Des questions peuvent être adressées à Jabrane Labidi (labidi@ipgp.fr), Magali Ader (ader@ipgp.fr), et Fabrice Gaillard (fabrice.gaillard@cnrs-orleans.fr) avant le 15 mai 2025. Le démarrage est prévu pour le 1er octobre 2025.

Code de champ modifié
Code de champ modifié
Code de champ modifié

PhD Proposal: Origin, Degassing and Geological Record of Earth's Nitrogen: Experimental and Modeling Approach

The origin of terrestrial nitrogen and its evolution through geological time remain fundamental questions in Earth sciences. This PhD project proposes an innovative approach combining extreme-condition experimentation and geochemical modeling to understand the influence of mantle degassing on the establishment of nitrogen isotopic compositions in the modern atmosphere. We will particularly focus on the role of magma ocean degassing, considering both nitrogen and other simultaneously degassing volatiles.

The experimental work will involve laboratory reproduction of magma ocean degassing processes. Experiments will be conducted using an Internally Heated Pressure Vessel (IHPV) at conditions up to 4000 bar and 1500°C, with precise control of oxygen fugacity through H_2/Ar gas mixtures. We will synthesize silicate melts from starting materials such as nitrogen-bearing basaltic powders, followed by analysis of $^{15}N/^{14}N$ ratios in both gaseous and solid phases. These experimental data will form the basis for mass balance calculations aimed at quantifying the conditions under which magmatic degassing can reproduce both the isotopic signature and chemical composition of the present-day atmosphere.

A crucial component of the PhD research will involve testing these degassing models against the geological record, particularly through analysis of available data from paleosols and Archean rocks. This approach will verify whether the proposed scenarios are consistent with constraints provided by the sedimentary record. The results will provide fundamental insights into the origin of terrestrial volatiles and the redox conditions prevailing during Earth's accretion and the formation of its atmosphere.

The ideal candidate will hold a Master's degree in geochemistry, Earth sciences, or materials chemistry. Experience in high-pressure/high-temperature experimentation or geochemical modeling would be advantageous. The project will be primarily based at the Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP) in collaboration with the Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO), requiring strong interdisciplinary skills combining experimentation, modeling, and geological data analysis. Applications should be submitted through the IPGP doctoral school. Questions may be addressed to Jabrane Labidi (labidi@ipgp.fr), Magali Ader (ader@ipgp.fr) or Fabrice Gaillard

(fabrice.gaillard@cnrs-orleans.fr) before May 15, 2025. The intended start date is October 1, 2025.