

Avis de Soutenance

Monsieur Fabien BERNADOU

Sciences de l'Univers

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Etude de la solubilité de l'azote dans les liquides silicatés en conditions magmatiques

dirigés par Monsieur Fabrice GAILLARD

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 **jeudi 30 novembre 2023** à 14h00

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

Salle : E001

Composition du jury proposé

M. Fabrice GAILLARD	Université d'Orléans	Directeur de thèse
M. Guy LIBOUREL	Observatoire de la Côte d'Azur	Rapporteur
M. Paolo Angelo SOSSI	ETH Zürich	Rapporteur
Mme Celia DALOU	CRPG	Examinatrice
M. Kenneth KOGA	Université Orléans	Invité
M. Roskosz MATHIEU	IMPMC	Invité

Mots-clés : Azote, Dégazage, Liquide silicaté, Modélisation, Volatiles,

Résumé :

Le dégazage de l'azote dans les atmosphères planétaires est un phénomène encore mal contraint malgré son abondance (78% de notre atmosphère) et son importance pour expliquer les origines de la vie sur Terre. Pour comprendre comment cet azote c'est retrouvé dans notre atmosphère il est important d'identifier la source et les conditions qui l'y ont amené. Les travaux de cette thèse se sont portés sur l'étude de la solubilité de l'azote dans les silicates fondus en conditions magmatiques, paramètre étroitement lié avec le dégazage. La solubilité correspond à la concentration maximum en azote que peut assimiler un liquide silicaté pour des conditions de P-T-fO₂ et fH₂ avant d'être saturé et donc de produire une phase fluide par phénomène de dégazage. Pour répondre au questionnement sur la solubilité la thèse peut être séparé en trois grands axes qui sont : l'acquisition d'échantillons expérimentaux à saturation en fluide à haute pression (250 à 10000 bar) et haute température (1200 à 1400°C), l'analyse de ces échantillons (IR, Raman, EPMA, SEM, IMS) et enfin l'élaboration d'un modèle. Durant la phase expérimentale, nous avons en plus de la pression et de la température, fait varier les paramètres de fO₂ ainsi que de fH₂. Ces expérimentations nous ont permis de mettre en avant des effets importants pour les paramètres de pression, fO₂ et fH₂. Une augmentation de la fO₂ diminue la solubilité de l'azote et entraîne donc du dégazage. A l'opposé une diminution du paramètre de pression, plus particulièrement de pression partielle de N₂ (PN₂) ainsi que du paramètre de fH₂ entraîne également une diminution de la concentration en azote et déclenche le phénomène de dégazage. Suite à toute ces observations et à l'aide d'une base de données agrémenté par nos points expérimentaux et d'autres points provenant de la littérature nous nous sommes lancés dans la modélisation thermodynamique du phénomène de dégazage en prenant en compte trois équilibres décrivant la solubilisation de l'azote dans les liquides silicatés sous la forme de N₂, N₃- et NH₃. Chacune de ces espèces se dissolvant différemment, N₂ dissout physiquement dans la porosité ionique du liquide silicaté, N₃- et NH₃ dissout chimiquement dans la structure du liquide silicaté. Ce modèle nous a permis de mettre en avant et de confirmer ce qui avait déjà été vu par le passé dans la littérature, c'est-à-dire, que la concentration en azote sous forme : (1) N₂ était relié uniquement à la PN₂ ; (2) N₃- à la PN₂ mais également à la fO₂, devenant l'espèce majoritaire en condition réductrice ; (3) NH₃ à la PN₂ et à la fH₂ devenant l'espèce majoritaire pour des conditions de forte fH₂. Le modèle créé et calibré sert maintenant à prédire la solubilité de l'azote dans les liquides silicatés dans une large gamme de conditions mais peut aussi servir à calculer le dégazage d'une planète au cours de sa différenciation en entrant une valeur de concentration en azote du matériau de départ et en faisant varier les conditions.