



ÉCOLE DOCTORALE
SCIENCES DE LA TERRE



Sujet proposé pour un début de contrat en Septembre 2013

Solubilité et Diffusion de l'Iode et du Xénon dans les Roches Fondues

Directeur : **Éric Pili, Chercheur CEA, pili@ipgp.fr**

Co-directeur / Co-encadrant : Géochimie et cosmochimie Géochimie et cosmochimie
Géochimie et cosmochimie Géochimie et cosmochimie Géochimie et cosmochimie
Géochimie et cosmochimie Géochimie et cosmochimie Géochimie et cosmochimie
Géochimie et cosmochimie, **DR, neuvill@ipgp.fr**

Equipe d'accueil : **IPGP- Équipe de Géochimie et Cosmochimie – UMR7154**

Financement : **CDD 3 ans, Salarié CEA, possible co-financement**

*Plus de renseignement voir : <http://ed109.ipgp.fr>, Rubrique : Offres_de_thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale*

Différentes familles d'éléments en traces renseignent sur de nombreux processus géologiques. Parmi eux, les halogènes et les gaz rares sont utilisés pour étudier les phénomènes mettant en jeu des éléments volatils, tels le dégazage des magmas ou la déshydratation d'une croûte océanique dans le manteau (Carroll and Holloway, 1994 ; Porcelli et al., 2002). L'iode a un comportement physicochimique particulier qui en fait un élément à la fois peu connu dans la plupart des domaines des Sciences de la Terre, et incontournable dans un petit nombre d'entre elles. Certains isotopes de l'iode sont les pères d'autant d'isotopes du xénon par décroissance radioactive. En conjonction avec le xénon, l'iode est ainsi analysé dans les météorites et les roches mantelliques pour étudier l'histoire précoce de la Terre et des autres planètes, et en particulier leur dégazage et la formation d'une atmosphère (e.g., Musselwhite et Drake, 2000 ; Moreira et Raquin, 2007). L'iode est aussi un marqueur de la dynamique terrestre, en particulier du manteau (Deruelle et al., 1992), des volcans (Bureau et al., 2000), mais également des océans. De plus, le comportement de l'iode dans les verres est un paramètre-clef dans l'évolution des colis de déchets radioactifs au cours de leur stockage (Vance et al., 2005) et certaines matrices vitreuses spécifiques sont actuellement envisagées pour stocker l'iode. Enfin, la vérification du Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires repose sur la détection d'isotopes du xénon (Saey et De Geer, 2005), dont les quantités qui peuvent s'échapper après un essai souterrain clandestin sont contrôlées par les solubilités et les diffusivités de l'iode et du xénon dans les laves.

Ainsi, l'ensemble de ces domaines nécessite que la solubilité et la diffusion de l'iode et du xénon dans les solides fondus soient mieux comprises (Bureau et al., 2000 ; Shackelford, 1999; Shibata et al. 1998). C'est l'objet du projet de recherche proposé, qui se place à l'interface entre la physicochimie des matériaux, la pétrologie expérimentale et la géochimie. Après un état de l'art établi d'après la bibliographie, en ce qui concerne le comportement de l'iode et du xénon dans les magmas, les expérimentations et les moyens analytiques, une série d'expériences d'incorporation d'iode et de xénon dans des verres sera menée à l'aide d'un four et d'une presse isostatique à chaud (Jendrzejewski et al., 1997). Les solubilités et diffusivités de l'iode et du xénon seront mesurées, et les mécanismes physiques et chimiques qui les contrôlent seront établis. Les méthodes analytiques employées seront : les microscopies optique et électronique, la microsonde Raman (Lenoir et al., 2010), la microsonde électronique, la microsonde ionique (Goswami et al., 1998), la spectrométrie

de masse pour l'analyse du xénon, l'ICP-MS après pyrohydrolyse pour l'analyse de l'iode (Michel et Villemant, 2003), voire l'activation neutronique et les rayonnements synchrotron. Ce travail sera dirigé par Eric Pili (CEA, IPG Paris) et co-encadré par Daniel Neuville (IPG Paris-CNRS). Il se déroulera à l'IPG Paris au sein de l'équipe Géo chimie et Cosmochimie. Le projet de recherche est financé par le CEA, ainsi que la bourse de thèse (CDD 3 ans, salarié CEA, avec possible co-financement d'un autre organisme). Le ou la candidat(e) devra satisfaire aux critères d'attribution des bourses du CEA.

Références :

- Bureau, H., Keppler, H. and Metrich, N., 2000. Volcanic degassing of bromine and iodine: experimental fluid/melt partitioning data and applications to stratospheric chemistry. *Earth and Planetary Science Letters*, 183(1-2): 51-60.
- Carroll, M.R. and Holloway, J.R. (Editors), 1994. Volatiles in Magmas. *Reviews in Mineralogy*, 30. Mineralogical Society of America, Washington, 518 pp.
- Deruelle, B., Dreibus, G. and Jambon, A., 1992. Iodine abundances in oceanic basalts - implications for Earth dynamics. *Earth and Planetary Science Letters*, 108(4): 217-227.
- Goswami, J.N. Sahijpal, S., Kehm, K., Hohenberg, C. M., Swindle, T., Grossman, J. N., 1998. In situ determination of iodine content and iodine-xenon systematics in silicates and troilite phases in chondrules from the LL3 chondrite Semarkona. *Meteoritics & Planetary Science*, 33(3): 527-534.
- Jendrzewski, N., Trull, T.W., Pineau, F., Javoy, M., 1997. Carbon solubility in Mid-Ocean Ridge basaltic melt at low pressures (250-1950 bar). *Chemical Geology*, 138(1-2): 81-92.
- Lenoir, M., Neuville, D.R., Malki, M., Grandjean, A., 2010. Volatilization kinetics of sulphur from borosilicate melts A correlation between sulphur diffusion and melt viscosity. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 356(50-51): 2722-2727.
- Michel, A. and Villemant, B., 2003. Determination of halogens (F, Cl, Br, I), sulfur and water in seventeen geological reference materials. *Geostandards Newsletter-the Journal of Geostandards and Geoanalysis*, 27(2): 163-171.
- Moreira, M. and Raquin, A., 2007. The origin of rare gases on Earth: The noble gas 'subduction barrier' revisited. *Comptes Rendus Geoscience*, 339(14-15): 937-945.
- Musselwhite, D.S. and Drake, M.J., 2000. Early outgassing of Mars: Implications from experimentally determined solubility of iodine in silicate magmas. *Icarus*, 148(1): 160-175.
- Porcelli, D.P., Ballentine, C.J. and Wieler, R. (Editors), 2002. Noble Gases. *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, 47. Mineralogical Society of America, Washington, 518 pp.
- Saey, P.R.J. and De Geer, L.E., 2005. Notes on radioxenon measurements for CTBT verification purposes. *Applied Radiation and Isotopes*, 63(5-6): 765-773.
- Shackelford, J.F., 1999. Gas solubility in glasses - principles and structural implications. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 253: 231-241.
- Shibata, T., Takahashi, E. and Matsuda, J.-i., 1998. Solubility of neon, argon, krypton, and xenon in binary and ternary silicate systems: A new view on noble gas solubility. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 62(7): 1241-1253.
- Vance, E.R., Perera, D.S., Moricca, S., Aly, Z. and Begg, B.D., 2005. Immobilisation of I-129 by encapsulation in tin by hot-pressing at 200 degrees C. *Journal of Nuclear Materials*, 341(1): 93-96.