

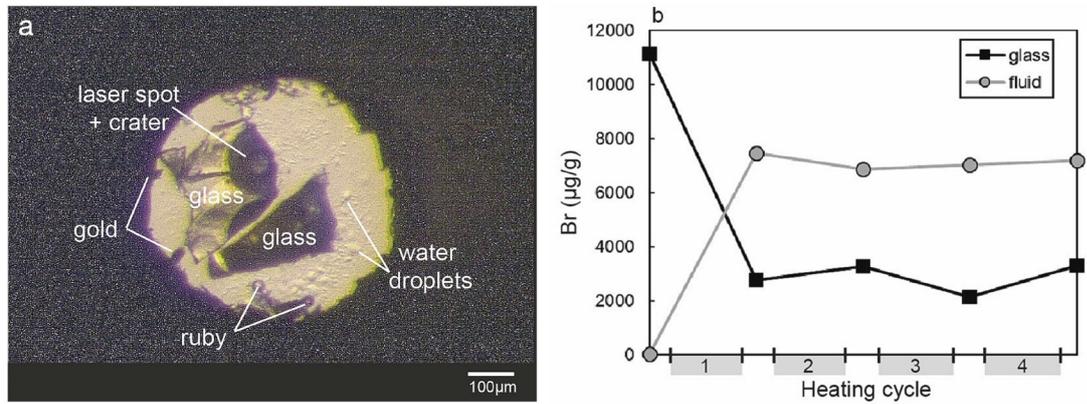
## La dynamique du brome dans le dégazage volcanique et ses impacts atmosphériques

**Comprendre le dégazage des éléments volatils tels que le brome en contexte volcanique, est crucial pour dévoiler les processus magmatiques complexes, les dynamiques éruptives et les processus atmosphériques. Les éléments halogènes dont le brome sont très actifs dans les chaînes de réaction de destruction de l’ozone stratosphérique. Des membres de l’équipe Minéralogie, Pétrologie et Physique Planétaire de l’IMPIC et leurs collaborateurs ont mené une étude expérimentale dédiée à la caractérisation du partage du brome entre silicate liquide et phase gazeuse à haute pression et température dans les systèmes volcaniques profonds. Ils montrent que le dégazage du brome volcanique dépend des contextes volcaniques et pourrait avoir été sous-estimé par d’autres études.**

En utilisant des expériences en cellules à enclume de diamant combinées au rayonnement synchrotron, il est possible d’étudier la dynamique de dégazage du brome in situ en conditions réelles, ce qui permet d’appréhender les interactions complexes entre les éléments volatils et les magmas. Ces cellules sont utilisées comme des réacteurs qui reproduisent une chambre ou un conduit magmatique en profondeur. Deux cas sont étudiés, le cas des magmas hydratés des zones de subduction (expériences avec de l’eau et du verre) et le cas des magmas anhydres du volcanisme intraplaque (expériences avec du néon comme analogue du  $\text{CO}_2$  et le même verre). Pour cette étude, les expériences ont été réalisées sur la ligne de lumière PSICHE du synchrotron SOLEIL dans une configuration combinant le chauffage laser pour faire fondre du verre de basalte avec un chauffage externe pour abaisser le gradient de température dans la cellule et initier la circulation du fluide. Il a été possible de réaliser des mesures de la concentration en brome par fluorescence X (XRF) in situ dans le silicate liquide, puis dans le verre trempé et dans le fluide après expérience, ce qui a permis de calculer les coefficients de partage du brome entre silicate et fluide aux différentes conditions de pression et température et pour les deux types de fluides.

Ces résultats sont les premières données de partage in situ pour le brome dans un système naturel basaltique, fournissant des perspectives précieuses sur le comportement du brome dans les systèmes volcaniques. Les expériences avec du néon comme fluide environnant suggèrent que pour le volcanisme intraplaque « sec », le dégazage de brome est faible, contrairement aux expériences avec de l’eau représentant le volcanisme de subduction (magmas d’arcs), où ce dégazage est significatif.

En combinant les coefficients obtenus expérimentalement avec les valeurs de concentration de brome globales dans les inclusions vitreuses piégées dans les minéraux de magmas d’arc, l’étude a calculé un flux annuel global de brome de  $23,5$  à  $72,9 \times 10^9$  g/an dans l’atmosphère, ce qui permet de chiffrer l’impact du volcanisme sur l’atmosphère pour le cycle du brome. Les valeurs de flux calculées sont plus élevées que la plupart des valeurs de brome calculées à partir du dégazage volcanique actif mais correspondent bien aux récentes découvertes sur le flux global de  $\text{SO}_2$  qui s’avère être plus élevé qu’on ne le pensait. L’impact de ce flux sur la destruction de l’ozone stratosphérique n’est donc pas négligeable.



### Figure

a) Image au microscope optique de la chambre d'échantillon de la cellule à enclume de diamants avec du verre basaltique, du néon comme milieu de pression et fluide environnant, de l'or et du rubis comme indicateurs de pression.

b) Evolution de la concentration de brome dans le verre de basalte et dans le fluide aqueux au cours du temps pour des cycles de chauffe répétés. Les deux phases s'équilibrent rapidement après la trempe du premier cycle de chauffage et restent à des niveaux relativement constants. Le plateau observé est un bon indicateur d'équilibre chimique. À chaque cycle, le verre était fondu, analysé, trempé et analysé à nouveau.

En conclusion, cette étude marque une étape importante grâce au suivi en temps réel du dégazage volcanique du brome pour des compositions naturelles. Cette approche expérimentale innovante pose des bases pour de futures investigations sur les processus complexes régissant la dynamique du dégazage volcanique des halogènes.

### Référence

« An in-situ experimental HP/HT study on bromine release from a natural basalt. »  
 T. Grützner, H. Bureau, E. Boulard, P. Munsch, N. Guignot, J. Siebert, Y. Guarnelli  
*Chemical Geology* 644, 121869 (2024)  
<https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2023.121869>

### Contacts

helene.bureau(at)sorbonne-universite.fr  
 gruetzner-handke(at)em.uni-frankfurt.de