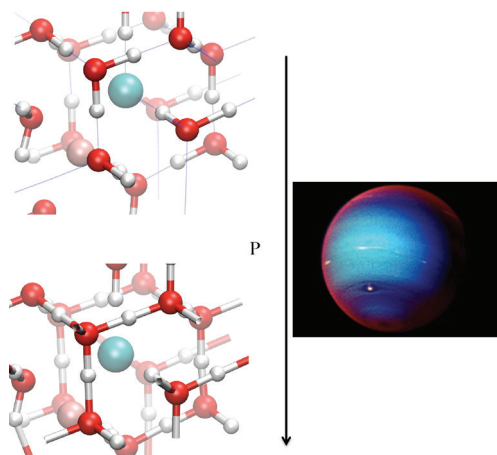


## Les effets du sel sur la symétrisation de la glace planétaire

**Des physiciens de l'Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (IMPMC - CNRS/UPMC/IRD/MNHN), et du Earth and Planetary Science Laboratory de l'EPFL à Lausanne, ont montré que la présence de sels dans la glace empêche la transition sous pression de la phase moléculaire VII à la phase atomique X. La phase X est la forme de glace la plus stable dans les conditions de pression et température typiques des grands corps glacés de l'Univers, tels que Neptune ou Saturne, dans lesquels elle est vraisemblablement abondante. Dans cette phase symétrique, l'atome d'hydrogène se situe à mi-chemin entre les deux atomes d'oxygène donnant lieu à l'unique forme de solide atomique connu pour l'eau. Cette phase X constitue aussi l'état précurseur de la phase superionique, un autre ingrédient majeur des planètes géantes glacées. La transition entre la phase VII et la phase X est gouvernée par les effets de délocalisation quantique du proton, dont la modélisation représente l'un des défis les plus importants pour les modèles théoriques actuels.**

Les chercheurs ont étudié les effets de la présence d'impuretés ioniques sur cette transition, par diffusion Raman de la lumière et calculs *ab initio*. Ils ont montré que le champ dipolaire généré par les ions empêche le déplacement du proton nécessaire à la formation d'un état symétrique et repousse à des pressions plus élevées l'apparition de la phase X. Pour atteindre les pressions extrêmes, de l'ordre d'un million d'atmosphères, sous lesquelles cette transition peut être observée expérimentalement, les chercheurs ont confiné une solution de LiCl et d'eau de quelques microns d'épaisseur dans une cellule à enclumes de diamant. La phase VII de glace salée a été produite par cristallisation d'un précurseur amorphe, suivant la procédure originale découverte en 2009 par ces mêmes chercheurs (Klotz, Bove et al., *Nat. Mat* 2009).



**Figure 1**

Illustration de la transition entre la glace salée (en bleu le chlore, en orange le lithium, en rouge l'oxygène et en blanc l'hydrogène) en phase moléculaire VII (en haut) et en phase symétrique X (en bas) sous l'effet de pressions supérieures à un million d'atmosphères, typiques de croûtes de glaces à l'intérieur de planètes comme Neptune (à droite).

L'insertion de sels dans la maille de la glace peut se produire dans l'espace durant le processus d'accrétion des planètes, quand la glace « chaude » entre en contact avec le cœur rocheux.

Cette découverte remet donc en question notre description actuelle des planètes glacées de l'Univers, jusqu'à aujourd'hui essentiellement basée sur l'hypothèse de glaces d'eau pure.

**Référence**

"Effect of salt impurities in ice on the H-bond symmetrization at high pressure"

Livia E. Bove, Richard Gaal, Zamaan Raza, Adriaan A. Ludl, Stefan Klotz, Antonino M. Saitta, Alexander F. Goncharov, and Philippe Gillet

*PNAS*, vol. 112 no. 27, juillet 2015

<http://www.pnas.org/content/112/27/8216.short>

**Contact**

Livia Bove : [Livia.Bove@impmc.upmc.fr](mailto:Livia.Bove@impmc.upmc.fr)