

---

# Mesures acoustiques à haute pression et propriétés thermodynamiques des systèmes aqueux d'intérêt pour les mondes de glace

Olivier Bollengier<sup>\*1</sup>, J. Michael Brown , and Baptiste Journaux

<sup>1</sup>Laboratoire de Planétologie et Géodynamique de Nantes (LPGN) – CNRS : UMR6112, INSU, Université de Nantes – 2 Rue de la Houssinière - BP 92208 44322 NANTES CEDEX 3, France

## Résumé

Une partie des propriétés thermodynamiques nécessaires aux modèles d'évolution planétaire (e.g. le volume, la capacité thermique, le potentiel chimique...) correspondent aux dérivées de potentiels thermodynamiques (e.g. l'énergie de Gibbs) en fonction des paramètres pression, température, et composition. Grâce à ces relations, la mesure précise d'une propriété permet d'établir une représentation du potentiel thermodynamique sur l'espace de paramètres exploré ; en retour, cette représentation peut être dérivée sur le même espace afin d'offrir un accès rigoureux aux valeurs des propriétés désirées. La vitesse des ondes acoustiques (une combinaison de dérivées de l'énergie de Gibbs) est un chemin d'accès privilégié pour cette approche, puisque sa mesure techniquement simple conserve une grande précision face aux contraintes des systèmes expérimentaux à haute pression. Pour caractériser les propriétés des fluides aqueux à haute pression et mieux comprendre leur rôle dans la structure et l'évolution des mondes de glace, nous avons développé un système expérimental pour mesurer la vitesse du son dans des échantillons fluides, de 0,1 à 700 MPa et de 250 à 350 K. La première phase de notre étude, dédiée à l'eau pure, nous a permis de confirmer la précision de notre système (inférieure à 200 ppm) et d'offrir une nouvelle représentation des propriétés de l'eau supérieure à la référence scientifique internationale (IAPWS). La seconde partie de notre étude fut dédiée aux solutions des principaux sels (Na-Cl-Mg-SO<sub>4</sub>) attendus dans les océans des lunes de glace du système solaire. L'acquisition de plus de 4000 mesures acoustiques nous a permis d'établir des représentations inégalées des propriétés thermodynamiques de ce système. Pour établir ces représentations, nous avons développé une nouvelle architecture numérique basée sur des fonctions polynomiales locales. Par opposition aux équations d'état classiques, cette architecture permet une mise à jour plus aisée (et donc régulière) des représentations construites. Cette architecture, ainsi qu'une interface utilisateur de requête et de visualisation, sont mises à disposition de la communauté scientifique.

---

<sup>\*</sup>Intervenant