

DESCRIPTION D'UN PROJET DE THÈSE FINANCÉ - ÉCOLE DOCTORALE « Matière, Molécules, Matériaux & Géosciences »

🚩 INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre de la thèse : Impact des glaces haute-pression contenant des sels et gaz sur la structure et évolution des mondes océan.
Champ disciplinaire 1 : Planétologie Champ disciplinaire 2 : Géosciences
Trois mots-clés : Interieur planétaire, Dynamique interne, Thermodynamique
Unité d'accueil (préciser si temps partagé entre plusieurs sites) : Laboratoire de Planétologie et Géosciences, UMR 6112
Nom, prénom du directeur de thèse (HDR indispensable) : Gabriel Tobie Adresse mail : gabriel.tobie@univ-nantes.fr Nom, prénom du co-directeur (le cas échéant) (HDR indispensable) : Adresse mail : Nom, prénom du co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant) : Gaël Choblet Adresse mail : gael.choblet@univ-nantes.fr Nom, prénom du co-encadrant de thèse 2 (le cas échéant) : Livia Bove Adresse mail : livia.bove@upmc.fr
Contact(s) (adresse postale) : LPG, 2 rue de la Houssinière, BP 92208, 44322 Nantes cedex

Une fois complété, merci d'enregistrer ce document au format pdf avec le nom suivant : Nom du Directeur thèse_Unité.pdf

ED 3MG - Direction : Le Mans Université - Avenue Olivier Messiaen - 72085 Le Mans Cedex 09

Tél : 02.43.83.37.41 / 06.05.19.08.00

Mail : ed-3mg@doctorat-paysdelaloire.fr

Site Web : <https://ed-3mg.doctorat-paysdelaloire.fr/>

DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

Description du sujet : contexte, objectifs, méthodologie (1 page maximum)

L'exploration des systèmes de Jupiter et de Saturne par les missions Galileo et Cassini-Huygens, respectivement, a révélé que plusieurs de leurs lunes possèdent un océan d'eau salée sous leur surface froide et glacée. Les observations de divers sels sulfates et chlorés à la surface d'Europe et de Ganymède ainsi que dans le panache éruptif d'Encelade suggèrent une origine océanique et apportent des contraintes sur l'éventuelle composition océanique. Pour les plus grandes lunes (Ganymède, Callisto et Titan), en raison de la haute pression atteinte dans leurs intérieurs, l'existence de phases de glace à haute pression capables d'incorporer dans leur réseau de grandes quantités de sels peut fortement affecter les processus de différenciation chimique conduisant à la formation des océans internes. De la même manière que dans le cas des glaces salées, des composés gazeux légers, tels que H_2 , CH_4 et N_2 , peuvent également être incorporés dans de ces phases glacées haute-pression et pourraient ainsi être stockés dans les profondeurs intérieures et libérés sporadiquement au cours de l'évolution intérieure. Ces lunes glacées se sont probablement formées à partir d'un mélange complexe de glaces, de matières organiques et de minéraux silicatés, qui évolue ensuite à mesure que leur intérieur se réchauffe progressivement et se différencie chimiquement. Au-delà des grandes lunes de glace, des processus similaires pourraient également affecter la structure et l'évolution thermochimique d'exoplanètes riches en eau, affectant ainsi la composition de leur atmosphère. Le stockage et le transport de sels et de gaz légers par des phases de glace intégrant ces composés dans leur structure peuvent avoir un impact majeur sur l'évolution chimique et donc sur l'habitabilité de ces mondes océaniques.

Le travail de thèse s'effectuera dans le cadre du projet ANR « EXOTIC-ICES » (2024-2028), impliquant trois laboratoires en France (IMPMP, Paris ; LPG, Nantes ; IPGP, Paris), dédié à la caractérisation des propriétés exotiques des glaces remplies de gaz et d'ions dans des conditions extrêmes et leurs implications pour les intérieurs planétaires riches en eau. Dans ce contexte, l'objectif des travaux de thèse est de déterminer dans quels contextes planétaires des phases de glace à haute pression remplies de sel et de gaz peuvent exister et de caractériser leurs impacts sur la structure interne, la dynamique et l'évolution chimique des grandes lunes glacées et des lunes extrasolaires riches en eau. Ce travail de modélisation s'appuiera sur les données expérimentales et les calculs *ab initio* fournis par les partenaires du projet (IMPMP & IPGP, Paris) concernant la stabilité et les propriétés de ces phases de glace. À l'aide de codes de convection thermique et de modèles paramétrés 1D, nous quantifierons la quantité de H_2 et de CH_4 pouvant être libérées par les interactions eau-roche et la dégradation thermique des composés organiques, stockées dans des phases de glace remplies et ensuite transportées à travers l'hydrosphère jusqu'à la surface. Ces modèles seront utilisés pour prédire le taux de libération de H_2/CH_4 au fil du temps et son impact sur l'évolution de l'atmosphère de Titan et des exoplanètes riches en eau, telles que les planètes Trappist-1. Les interactions sel-glace-eau seront également modélisées tout au long de l'évolution de ces intérieurs riches en glace, depuis l'accrétion jusqu'à présent, et seront utilisées pour prédire la répartition des composés salés entre l'océan et le manteau de glace à haute pression. À l'aide des résultats du modèle, des profils synthétiques de densité et de conductivité électrique prenant en compte différents teneurs et distributions de sels seront construits et utilisés pour prédire les signatures magnétiques et gravimétriques de la répartition de sels entre l'océan et la couche de glace à haute pression en préparation de la mission ESA Jupiter icy moon explorer (Juice)

Information pour la candidature:

Les candidat-e-s doivent être titulaires d'un master et/ou d'un diplôme d'ingénieur avec des connaissances en géophysique, sciences planétaires, astrophysique, dynamique des fluides et/ou physique des matériaux. Une expérience en modélisation numérique et en programmation est attendue. Une expérience antérieure sur un sujet/domaine connexe sera un atout. De bonnes compétences en communication orale et écrite en anglais sont également requises.

Les candidatures doivent inclure un CV et une lettre de motivation, ainsi que les coordonnées de l'encadrant de stage de master 2 et d'une autre référence dans le domaine académique. Ces documents doivent être soumis via la portail emploi du CNRS en répondant à l'offre correspondante:

<https://emploi.cnrs.fr/Offres/Doctorant/UMR6112-GABTOB-002/Default.aspx>. Un entretien sera réalisé pour les candidatures retenues. La date souhaitée de début de thèse est début octobre 2024.

Environnement de travail :

Le travail de thèse sera réalisé sous l'encadrement de Gabriel Tobie (LPG), Gaël Choblet (LPG) et Livia Bove (IMPMC), dans le cadre du projet ANR EXOTIC-ICES, coordonné par L. Bove (IMPMC) et en partenariat avec le LPG et l'IPGP. La personne recrutée sera rattachée à l'Ecole doctorale 3MG (Matière, Matériaux et Géosciences, et au Graduate Programme Earth and Planetary Sciences de Nantes Université. La personne recrutée effectuera son travail au sein du Laboratoire de Planétologie et Géosciences (LPG – UMR 6112), situé sur le campus de l'UFR Sciences et Techniques de Nantes Université (bat. 4, 2 rue de la Houssinière, 44322 Nantes) et sera placé sous la responsabilité du Directeur de l'UMR.

Le Laboratoire de Planétologie et Géosciences (LPG - UMR 6112) est une unité de recherche pluridisciplinaire créée en 2000 et répartie sur 3 sites : Nantes Université, Université d'Angers et Université du Mans. Le LPG est un acteur majeur à l'international dans le domaine des Sciences de la Terre et de l'Univers. Les objets d'étude du laboratoire s'étendent sur un spectre disciplinaire très large actuellement répartis sur trois thèmes. Ses recherches s'inscrivent dans le cadre de missions spatiales internationales passées, actuelles, et en projet vers les corps telluriques et glacés du système solaire. Sur Terre, les recherches concernent les géosciences au sens large, depuis l'intérieur et la surface de la Terre (imageries, observations, analyses et modélisation, dans les domaines de la géophysique, de la géochimie et du numérique) jusqu'aux thématiques de l'environnement et des paléoenvironnements, avec de nombreuses missions à terre et en mer.

La personne recrutée travaillera principalement sur le thème « Planètes et Lunes » du LPG, et sera amené à collaborer avec différents enseignants chercheurs et chercheurs du LPG et des laboratoires partenaires dans le cadre du projet ANR EXOTIC-ICES. Des déplacements à l'international sont à prévoir.

<p>Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Master degree in Planetary Sciences, Geophysics, Physics - Good knowledge in programming (python, fortran) - Good knowledge in planetary sciences, geophysics, fluid dynamics - Good level in english
--

 **ENCADREMENT DE LA THÈSE¹**

<p>Nom de l'unité d'accueil : Laboratoire de Planétologie et Géosciences</p>	<p>Nom de l'équipe d'accueil : Planètes & Lunes</p>
<p>Nom du directeur de l'unité : Benoit Langlais</p>	<p>Nom du responsable de l'équipe : Stéphane Le Mouélic/Sabrina Carpy</p>
<p>Coordonnées du directeur de l'unité : Benoit.langlais@univ-nantes.fr</p>	<p>Coordonnées du responsable de l'équipe :</p>
<p>Directeur de thèse Nom, prénom : Tobie, Gabriel Fonction : Directeur de recherche au CNRS Date d'obtention de l'HDR : 2018 Employeur : CNRS Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 40% Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) : 50% Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 1</p>	
<p>Co-directeur (le cas échéant) Nom, Prénom : Fonction :</p>	

¹ Dans l'ED 3MG, si 1 scientifique dans la direction de la thèse = 100% d'encadrement doctoral ; si 2/3 personnes impliquées dans l'encadrement de la thèse, un taux de 40% minimum est exigé pour l'HDR directeur et 30% pour les autres encadrants.

<p>Date de l'obtention de l'HDR :</p> <p>Employeur :</p> <p>École doctorale de rattachement :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements):</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :</p>
<p>Co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant)</p> <p>Nom, prénom : Choblet, Gaël</p> <p>Fonction : Directeur de recherche au CNRS</p> <p>Titulaire de l'HDR : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR :</p> <p>Employeur : CNRS</p> <p>École doctorale de rattachement : ED 3MG</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements):</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :</p>
<p>Co-encadrant de thèse 2 (le cas échéant)</p> <p>Nom, prénom : Bove, Livia</p> <p>Fonction : Directrice de recherche au CNRS</p> <p>Titulaire de l'HDR : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR :</p> <p>Employeur : CNRS</p> <p>École doctorale de rattachement :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) :</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :</p>
<p>Partenaire privé (si financement CIFRE, privé...)</p> <p>Nom, prénom :</p> <p>Fonction :</p> <p>Entreprise :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) :</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :</p>

Partenaire international (si thèse en co-tutelle)

Nom, prénom :

Fonction :

Employeur :

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) :

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :

 FINANCEMENT DE LA THÈSE

Origine(s) du financement de la thèse : ANR EXOTIC-ICES
Montant brut mensuel :
État du financement de la thèse : Acquis
Date du début/durée du financement de la thèse : 01/10/2024