

PROPOSITION D'UN PROJET DE THÈSE A L'ÉCOLE DOCTORALE « Écologie, Géosciences, Agronomie, Alimentation »

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre de la thèse : Conditions de formation de la silice hydratée sur Terre et sur Mars et interactions avec la matière organique
Acronyme : PALEOSILICA
Champ disciplinaire 1 : Géosciences
Trois mots-clés : silice hydratée, matière organique, Terre et Mars
Unité d'accueil : LPG UMR 6112 et PIIM UMR 7345
Nom, prénom du directeur de thèse (HDR indispensable): Benjamin Rondeau Adresse mail : benjamin.rondeau@univ-nantes.fr
Nom, prénom du co-encadrant de thèse 1 : Vassilissa Vinogradoff Adresse mail : vassilissa.vinogradoff@univ-amu.fr
Financement (origine et montant) : PALEOSILICA (projet ANR ANR-20-CE49-0013), 170964 €
Contact(s) (adresse postale) : Sophie Huguet, LPG, 2 rue de la Houssinière, BP92208, 44322 Nantes cedex 3. sophie.huguet@univ-nantes.fr , +33(0) 2 51 12 53 15
Mode de recrutement <input type="checkbox"/> Concours <input checked="" type="checkbox"/> Entretien <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :

DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

Contexte socio-économique et scientifique :

La reconstitution des conditions géologiques de formation des minéraux d'altération est une des thématiques de recherche du Laboratoire de Planétologie et Géodynamique (LPG), Unité Mixte de Recherche sous tutelle de l'Université de Nantes, de l'Université d'Angers et du CNRS. Ces travaux sont menés par analyse hyperspectrale sur Terre et sur Mars, par l'étude de cas sur le terrain, et par modélisation expérimentale au laboratoire. Ces travaux s'intègrent à différentes missions spatiales, en particulier celles menées sur Mars (Pathfinder, MarsExpress, Mars Reconnaissance Orbiter, Curiosity et Perseverance) dans lesquelles le LPG est investi. De son côté, le laboratoire Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires (PIIM), et en particulier l'équipe ASTRO, sous la tutelle d'Aix-Marseille Université et du CNRS, a développé son expertise sur la synthèse et réactivité de matière organique en conditions interstellaire et planétaire, de son analyse fine par des techniques de pointe en chimie, et de son interaction avec le minéral lors d'altération aqueuse.

Hypothèses et questions scientifiques :

L'opale est un minéral de silice hydratée qui se forme à plutôt basse température, entre 0 et 200°C, et à faible profondeur, entre 0 et quelques km, en environnement aqueux. C'est donc un minéral qui enregistre les conditions de la surface et subsurface. Or, les conditions physico-chimiques de sa formation sont mal contraintes sur Terre, ainsi que son potentiel d'interaction avec la matière organique. C'est encore plus vrai sur Mars où les observables sont beaucoup moins accessibles que sur Terre. Dans ce cadre, nous proposons ce sujet de thèse qui vise à mieux contraindre les conditions de formation de la silice hydratée ainsi que son potentiel de séquestration de la matière organique. En conséquence, ce sujet vise à reconstituer les conditions géologiques ayant prévalu sur Mars.

Principales étapes de la thèse et démarche :

* Première année : étude bibliographique sur les conditions de genèse de la silice hydratée sur Terre et sur Mars, et son potentiel d'interaction avec la matière organique. Formation théorique et pratique aux techniques de caractérisation de la matière minérale et de la matière organique, et aux techniques de synthèse. Début des mesures d'échantillons naturels et début des expériences d'altération en laboratoire.

* Seconde année : caractérisation des produits obtenus par expérience d'altération, matière organique, matière minérale solide et composés en solution.

* Troisième année : remise en perspective des résultats obtenus avec les données observées dans la nature.

Rédaction du mémoire de thèse.

Ce programme est voué à évoluer en fonction de l'avancement des différents volets de recherche. Les résultats feront l'objet de publications dans des revues à comité de lecture d'audience internationale, et de communications dans des congrès nationaux et internationaux.

Approches méthodologiques et techniques envisagées :

Les processus de dissolution des minéraux primaires seront caractérisés par observation des surfaces cristalline (AFM, VSI) et mesure des quantités de silice libérée en solution (ICPMS), avant de caractériser les produits siliceux précipités (MEB, MET, spectroscopies Raman et infrarouge). Un autre aspect du travail de thèse sera de caractériser la co-précipitation de silice avec de la matière organique (spectrométrie de masse). La matière organique sera principalement analysée en GC-MS (phase soluble) et Pyrolyse –GC-MS (phase solide). D'autres techniques comme la DRX ou l'analyse élémentaire viendront compléter les besoins d'analyse.

Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat

* Formation initiale soit en Sciences de la Terre soit en chimie, avec un goût prononcé pour l'approche expérimentale et les techniques de caractérisation de la matière minérale et organique.

* Des compétences pratiques en techniques de caractérisation de la matière soit minérale soit organique sont recommandées.

ENCADREMENT DE LA THÈSE¹

Nom de l'unité d'accueil : Laboratoire de Planétologie et Géodynamique, UMR6112	Nom de l'équipe d'accueil : Thème Terre
Nom du directeur de l'unité : Antoine Mocquet	Nom du responsable de l'équipe : Eric Beucler et Olivier Bourgeois
Coordonnées du directeur de l'unité : dir.umr6112@univ-nantes.fr	Coordonnées du responsable de l'équipe : eric.beucler@univ-nantes.fr, olivier.bourgeois@univ-nantes.fr
<p>Directeur de thèse</p> <p>Nom, prénom : RONDEAU Benjamin</p> <p>Fonction : Maître de Conférences</p> <p>Date d'obtention de l'HDR : 3 juin 2016</p> <p>École doctorale de rattachement : EGAAL</p> <p>Employeur : université de Nantes</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 50%</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) : 50%</p> <p>Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 1</p>	
<p>Co-encadrante de thèse</p> <p>Nom, prénom : VINOGRADOFF Vassilissa</p> <p>Fonction : Chargée de Recherche</p> <p>Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non</p> <p>Employeur : CNRS, laboratoire Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires</p> <p>École doctorale de rattachement : ED Sciences chimiques 250</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 50%</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 0</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 0</p>	
<p>Devenir des anciens doctorants du directeur et co-directeur(s)/co-encadrant(s) de thèse (depuis 5 ans)</p> <p><i>Compléter les informations suivantes pour <u>chaque</u> ancien doctorant</i></p> <p>Nom, prénom : CHAUVIRE Boris</p>	

¹ Dans l'ED EGAAL, si 1 scientifique dans la direction de la thèse = 100% d'encadrement doctoral ; si 2 personnes impliquées dans la direction de la thèse = entre 50% et 70% d'encadrement doctoral pour l'HDR directeur ; si 3 personnes impliquées dans l'encadrement de la thèse : répartition :40% - 30% - 30% de l'encadrement doctoral.

Date de début et de fin de thèse : octobre 2012-novembre 2015

Direction de thèse : Nicolas Mangold

Emploi actuel, lieu : ISTerre, Grenoble

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : CDD

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

*Chauviré B., Rondeau B., Alexandre A., Chamard-Bois S., La C., Mazzero F. (2019) Pedogenic origin of precious opals from Wegel Tena (Ethiopia): evidences from trace elements and oxygen isotope. **Applied Geochemistry**, vol. 101, pp. 127-139. DOI : 10.1016/j.apgeochem.2018.12.028*

*Chauviré B., Rondeau B., Mazzero F., Ayalew D. (2017) Precious opal deposit at Wegel Tena, Ethiopia: formation via successive pedogenesis events. **The Canadian Mineralogist**, vol. 55, pp.701-723. DOI: 10.3749/canmin.1700010*

*Chauviré B., Rondeau B., Mangold N. (2017) Near-infrared signature of opal and chalcedony as a proxy for their structure and formation conditions. **European Journal of Mineralogy**, vol. 29, pp.409-421. DOI : 10.1127/ejm/2017/0029-2614*

Nom, prénom : PINEAU Maxime

Date de début et de fin de thèse : septembre 2017-novembre 2020

Direction de thèse : Benjamin Rondeau

Emploi actuel, lieu : LPG

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : CDD

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

*Pineau M., le Deit L., Chauviré B., Carter J., Rondeau B., Mangold N. (2020) Toward the geological significance of hydrated silica detected by near infrared spectroscopy on Mars based on terrestrial reference samples. **Icarus**, 137, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2020.113706>*

Publications majeures des 5 dernières années du directeur de thèse et co-encadrante sur le sujet de thèse :

*Pan L., Carter J., Quantin-Nataf C., Pineau M., Chauviré B., Mangold N., Le Deit L., Rondeau B., Chevrier V. (2021) Voluminous silica precipitated from martian waters during late-stage aqueous alteration. **Journal of Planetary Sciences**, accepté.*

*Chauviré B., Houadria M., Donini A., Berger B.T., Rondeau B., Kritsky G., Lhuissier P. (2020) Arthropod entombment in weathering-formed opal: new horizons for recording life in rocks. **Scientific Reports**, 10, 10575. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67412-9>. <https://rdcu.be/b5o7N>*

*Pineau M., le Deit L., Chauviré B., Carter J., Rondeau B., Mangold N. (2020) Toward the geological significance of hydrated silica detected by near infrared spectroscopy on Mars based on terrestrial reference samples. **Icarus**, 137, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2020.113706>*

*Chauviré B., Rondeau B., Alexandre A., Chamard-Bois S., La C., Mazzero F. (2019) Pedogenic origin of precious opals from Wegel Tena (Ethiopia): evidences from trace elements and oxygen isotope. **Applied Geochemistry**, vol. 101, pp. 127-139. DOI : 10.1016/j.apgeochem.2018.12.028*

Rapin W., Chauviré B., Gabriel T.S.J., McAdam A.C., Ehlmann B.L., Hardgrove C., Meslin P.-Y., Rondeau B., Dehouck E., Franz H.B., Mangold N., Chipera S.J., Wiens RC., Frydenvang J., Schröder S. (2018)

In situ analysis of opal in Gale crater, Mars. *Journal of Geophysical Research – Planets*, vol. 123, pp. 1955-1972. DOI: 10.1029/2017JE005483

Chauviré B., Rondeau B., Mazzero F., Ayalew D. (2017) Precious opal deposit at Wegel Tena, Ethiopia: formation via successive pedogenesis events. *The Canadian Mineralogist*, vol. 55, pp.701-723. DOI: 10.3749/canmin.1700010

Vinogradoff, V., Le Guillou, C., Bernard, S., Viennet, J. C., Jaber, M., & Remusat, L. (2020). Influence of phyllosilicates on the hydrothermal alteration of organic matter in asteroids: Experimental perspectives. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 269, 150-166.

Vinogradoff, V., Remusat, L., McLain, H. L., Aponte, J. C., Bernard, S., Danger, G., ... & Jaber, M. (2020). Impact of phyllosilicates on amino acid formation under asteroidal conditions. *ACS Earth and Space Chemistry*, 4(8), 1398-1407

FINANCEMENT DE LA THÈSE

Origine(s) du financement de la thèse : PALEOSILICA, projet ANR-20-CE49-0013, 2021-2024.

Salaire brut mensuel : 1768,55 € actuellement, avec possibilité d'ajustement selon la Loi de Programmation de la Recherche sur la rémunération des doctorants.

État du financement de la thèse : Acquis

Date du début/durée du financement de la thèse : 1er octobre 2021 / 36 mois.

Date : 7 avril 2021

Nom, signature du directeur d'unité :

Antoine MOCQUET



Nom, signature du directeur d'équipe :

Eric BEUCLER



Nom, signature du directeur de thèse :

Benjamin Rondeau

