

# Proposition de sujet de thèse 2022

(A remplir par les équipes d'accueil et à retourner à Isabelle HAMMAD : [hammad@cerege.fr](mailto:hammad@cerege.fr)  
\*à renseigner obligatoirement pour la validation du sujet, (1) : A remplir lors de la campagne d'attribution des allocations, à l'issue de la session de juin des Masters

## Sujet de doctorat proposé \*: Inclusions et géochimie des tectites et des verres d'impact : évaluation des conditions de formation et des matériaux sources au moment de l'impact

Encadrant(s), nom, prénom, adresse mail \*: Devouard, Bertrand ([devouard@cerege.fr](mailto:devouard@cerege.fr))  
Rochette, Pierre ([rochette@cerege.fr](mailto:rochette@cerege.fr))  
Laboratoire \*: CEREGE (UM 34)

### Tableau récapitulatif du sujet

<b>Candidat(e)<sup>(1)</sup></b>	
Nom - Prénom :	
Date de naissance :	
Licence (origine, années, mention) :	
Mention et classement au Master 1 année (Xème sur Y)	
Mention et classement au S3 du Master 2 (Xème sur Y)	
Mention et classement au S4 du Master 2 (Xème sur Y)	
Mention et classement au M2 (année) (Xème sur Y)	
MASTER (nom, université)	
<b>Sujet de doctorat proposé*</b>	<b>Inclusions et géochimie des tectites et des verres d'impact : évaluation des conditions de formation et des matériaux sources au moment de l'impact</b>
Encadrants (2 max, indiquer si HDR ou pas)*	B. Devouard (HDR) et P. Rochette (HDR)
Laboratoire*	CEREGE
Programme finançant la recherche (indiqué si obtenu ou envisagé) (1)	ANR 2021 obtenue

### Sujet de doctorat proposé\*

Intitulé\* : **Inclusions et géochimie des tectites et des verres d'impact : évaluation des conditions de formation et des matériaux sources au moment de l'impact**

Descriptif \*: Les très hautes températures atteintes lors d'un impact météoritique, l'éjection et le refroidissement très rapide des liquides générés par la fusion de la surface terrestre cible produisent des verres couramment retrouvés autour du cratère ou à grande distance. Ces verres sont essentiellement d'origine terrestre, avec une composante extraterrestre mineure, voire indétectable. Parmi ces verres, les tectites ont des caractéristiques particulières encore très mal expliquées, en particulier leur état réduit, a priori en liaison avec

leur longue distance d'éjection (200 à 11 000 km ; Rochette *et al.*, 2015). Le CEREGE a accès à une importante collection de tectites et de verres d'impact, obtenus entre autres lors de missions de terrain récentes. Nous étudierons trois types d'échantillons : des tectites (australasites et ivoirites, principalement), des verres d'impact peu étudiés jusqu'à présent (verres de Darwin, d'Aouelloul et atacamaites; Gattacceca *et al.*, 2021), et des verres dont l'origine est actuellement débattue (verres de Pica; Roperch *et al.*, 2022), dans le but de comparer leurs conditions de formation (lithologie impactée, signatures éventuelles de l'impacteur, température, pression de choc, conditions rédox).

On utilisera les inclusions (silice, zircon et oxydes de fer, en particulier) retrouvées dans ces verres pour déterminer les températures, pressions de choc et cinétiques enregistrées par les transitions de phase de ces minéraux. Les inclusions seront caractérisées par diverses techniques : tomographie RX, microscope électronique à balayage et en transmission et microanalyses associées, diffraction des électrons, spectroscopie Raman, etc., afin de décrire leurs conditions de formation et de remonter aux phénomènes redox à leur origine. Ces inclusions sont assez rares, mais la présence de magnétite ou de fer métallique peut être détectée par leurs propriétés magnétiques. Nous avons ainsi identifié dans des australasites du Laos type Muong Nong (échantillonnage 2019, et collection du muséum de Paris) des phosphates et oxydes de fer, ainsi que du fer métallique, et des inclusions de magnétite dans des tectites du Belize grâce à la mesure systématique de milliers d'échantillons.

On travaillera également sur l'hypothèse que la réduction enregistrée dans les tectites (formées à partir des premiers mètres oxydés de la croûte continentale) est due à la combustion de la matière organique présente dans la végétation (forêt tropicale et le sol). On cherchera dans les tectites les traces de combustion et des phénomènes associés, en particulier l'état d'oxydation des phases du fer, détectées par leurs propriétés magnétiques anormales.

Faisant suite à un travail de M2 réalisé en 2021 sur les verres d'impact de Darwin et d'Aouelloul, ce sujet de thèse, ainsi qu'une autre thèse déjà engagée sur les proxies environnementaux synchrones des tectites dans les carottes océaniques, permettront de mieux contraindre les effets des gros impacts sur la biosphère, en particulier la végétation, et apporteront aussi un analogue des mégafeux tels que ceux prédits dans le futur du fait du changement climatique.

## Références :

- GATTACCECA, J., DEVOUARD, B., BARRAT, J.-A., ROCHETTE, P., BALESTRIERI, M.L., BIGAZZI, G., MÉNARD, G., MOUSTARD, F., DOS SANTOS, E., SCORZELLI, R., VALENZUELA, M., QUESNEL, Y., GOUNELLE, M., DEBAILLE, V., BECK, P., BONAL, L., REYNARD, B., and WARNER, M. (2021) A 650 km<sup>2</sup> Miocene strewnfield of splash-form impact glasses in the Atacama Desert, Chile. *Earth and Planetary Science Letters*, **569**:117049 [[doi: 10.1016/j.epsl.2021.117049](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2021.117049)].
- ROCHETTE, P., GATTACCECA, J., DEVOUARD, B., MOUSTARD, F., BEZAEVA, N., COURNEDE, C., and SCAILLET, B. (2015) - Magnetic properties of tectites and other related impact glasses. *Earth and Planetary Science Letters*, **432**:381-390. [[doi:10.1016/j.epsl.2015.10.030](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2015.10.030)]
- ROPERCH, P., GATTACCECA, P., VALENZUELA, M., DEVOUARD, B., LORAND, J.-P., ROCHETTE, P., LATORRE, C., and BECK, P. (2022) - Comment: Widespread glasses generated by cometary fireballs during the late Pleistocene in the Atacama Desert, Chile. *Geology*, in press (accepted January 2022).

Détail du Programme finançant la recherche\* : ANR ETMegafire 2021

## Directeur HDR proposé\*

Nom - Prénom : Bertrand Devouard

Laboratoire : CEREGE

Adresse mail : [devouard@cerege.fr](mailto:devouard@cerege.fr)

## Choix de cinq publications récentes (souligner éventuellement les étudiants dirigés co-signataires)

KRÄMER RUGGIU, L., GATTACCECA, J., **DEVOUARD, B.**, UDRY, A., DEBAILLE, V., ROCHETTE, P., LORAND, J.-P., BONAL, L., BECK, P., SAUTTER, V., MEIER, M.M.M., MADEN, C., BUSEMANN, H.,

- GOUNELLE, M., MARROCCHI, Y., and HUBLET, G. (2020) - Caleta el Cobre 022 martian meteorite: increasing nakhlite diversity. *Meteoritics & Planetary Science*, **55**(7):1539-1563 [[doi:10.1111/maps.13534](https://doi.org/10.1111/maps.13534)] [[hal-02983393v1](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02983393v1)]
- ROCHETTE, P., ALAC, R., BECK, P., BROCARD, G., CAVOSIE, A.J., DEBAILLE, V., **DEVOUARD, B.**, JOURDAN, F., MOUGEL, B., MOUSTARD, F., MOYNIER, F., NOMADE, S., OSINSKI, G. R., REYNARD, B., and CORNEC, J. (2019) - Pantasma : Evidence for a Pleistocene circa 14 km diameter impact crater in Nicaragua. *Meteoritics & Planetary Sciences*, **54**(4):880-901 [[doi:10.1111/maps.13244](https://doi.org/10.1111/maps.13244)]
- CUVILLIER, P., CHAUMARD, N., LEROUX, H., ZANDA, B., HEWINS, R.H., JACOB, D., and **DEVOUARD, B.** (2018) - A TEM study of exsolution in Ca-rich pyroxenes from the Paris and Renazzo chondrites: Determination of type I chondrule cooling rates. *Meteoritics & Planetary Sciences*, **53**:482–492 [[doi:10.1111/maps.13032](https://doi.org/10.1111/maps.13032)]
- ROPERCH, P., GATTACCECA, J., VALENZUELA, M., **DEVOUARD, B.**, LORAND, J.-P., ARRIAGADA, C., ROCHETTE, P., LATORRE, C., and BECK, P. (2017) - Surface vitrification caused by natural fires in Late Pleistocene wetlands of the Atacama desert. *Earth and Planetary Science Letters*, **469**:15-26 [[doi:10.1016/j.epsl.2017.04.009](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2017.04.009)]
- CHAUMARD, N. and **DEVOUARD, B.** (2016) - Chondrules in CK carbonaceous chondrites and thermal history of the CV-CK parent body. *Meteoritics & Planetary Science*, **51**(3):547–573 [[doi: 10.1111/maps.12599](https://doi.org/10.1111/maps.12599)]

### Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années\*

Nom : Lisa KRAMER-RUGGIU

Intitulé : Altération aqueuse des météorites : un traceur des circulations d'eau sur les corps extraterrestres

Type d'allocation : Ecole Doctorale

Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2018

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 18 octobre 2021

Programme finançant la recherche : ANR MarsPrime (2017-2021); ERC SOLARYS (IPAG)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : post-doctorat Bruxelles (VUB, ULB and RBINS) depuis novembre 2021

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50 %

### Autre directeur proposé (éventuellement)\*

Nom - Prénom : Pierre Rochette

Corps : PR

Adresse mail : [rochette@cerege.fr](mailto:rochette@cerege.fr)

Laboratoire: CEREGE

### Choix de cinq publications récentes (souligner éventuellement les étudiants dirigés co-signataires)

Aboulahris M., H.Chennaoui Aoudjehane, **P. Rochette**, J. Gattacceca, A. J. Timothy Jull, N. Laridhi Ouazaa, L. Folco, S. Buhl 2019. Characteristics of Sahara as a meteorite recovery surface. MAPS 54:2908-2928.

Launay, N., **P. Rochette**, Y. Quesnel, F. Demory, N. S. Bezaeva, and D. Lattard (2017), Thermoremanence acquisition and demagnetization for titanomagnetite under lithospheric pressures, Geophys. Res. Lett., 44, doi:10.1002/2017GL073279.

Pourkhorsandi H., M. D'Orazio, **P. Rochette**, M. Valenzuela, J. Gattacceca, H. Mirnejad, B. Sutter, A. Hutzler, M. Aboulahris, 2017. Modification of REE distribution of ordinary chondrites from Atacama (Chile) and Lut (Iran) hot deserts: insights into the chemical weathering of meteorites. *Meteoritics and Planetary Science* 52, 1843-1858.

**Rochette P.**, R. Alac, P. Beck, G. Brocard, A. J. Cavosie, V. Debaille, B. Devouard, F. Jourdan, B. Mougel, F. Moustard, F. Moynier, S. Nomade, G. R. Osinski and J. Cornec, 2019. Pantasma: a Pleistocene circa 14 km diameter impact crater in Nicaragua. *Meteoritics and Planetary Science* 54, 880-901.

**Rochette P.** et al. 2021. Impact glasses from Belize represent tektites from the Pleistocene Pantasma impact crater in Nicaragua. *Nature Comm. Earth Env*, **2**:94.

### Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années\*

Nom : Launay Nicolas  
Intitulé : aimantation de la croute profonde  
Type d'allocation : Ecole Doctorale  
Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2014  
Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : juillet 2018  
Programme finançant la recherche : PNP  
Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : Post Doc Kazan  
Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : .30...%

Nom : Pourkhorsandi Hamed  
Intitulé : météorites d'Iran  
Type d'allocation : MAE  
Date de début de l'allocation de doctorat : décembre 2014  
Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : février 2018  
Programme finançant la recherche : Gundishapur  
Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : post-doc Bruxelles, prix de thèse d'AMU  
Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : .30...%

Nom : Aboulharis Maria  
Intitulé : flux de météorites dans le Sahara  
Type d'allocation : EMMAG (CEE)  
Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2013  
Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 21 septembre 2019  
Programme finançant la recherche : Toubkal  
Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : post-doc Casablanca  
Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : .30...%

Nom : Nguyen Van Bihn  
Intitulé : effet environnemental des gros impacts générateurs de tectites au Quaternaire  
Type d'allocation : salarié de l'école des Mines d'Hanoï  
Date de début de l'allocation de doctorat : décembre 2020  
Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :  
Programme finançant la recherche : Eccorev  
Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :  
Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : .50...%