

Proposition de sujet de thèse 2022

(A remplir par les équipes d'accueil et à retourner à Isabelle HAMMAD : hammad@cerege.fr)

(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 : Dynamique de la ceinture principale d'astéroïdes révélée par les clastes xénolithiques dans des météorites

Encadrant(s) Jérôme Gattacceca, CEREGE (gattacceca@cerege.fr) ; Lydie Bonal, IPAG (lydie.bonal@univ-grenoble-alpes.fr)

Laboratoire : CEREGE (co-direction IPAG Grenoble)

Tableau récapitulatif du sujet

Candidat(e) ⁽¹⁾	
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)	
Sujet de doctorat proposé	
Encadrants (2 max, indiquer si HDR ou pas)*	Jérôme Gattacceca (HDR), Lydie Bonal (HDR)
Laboratoire*	CEREGE (co-direction IPAG)
Programme finançant la recherche (indiqué si obtenu ou envisagé) (1)	PNP acquis, ANR en cours d'expertise

Sujet de doctorat proposé

Dynamique de la ceinture principale d'astéroïdes révélée par les clastes xénolithiques dans des météorites

Un certain nombre de météorites contiennent des clastes, fragments solides qui peuvent être d'origine différente de la roche hôte (on parle alors de claste xénolithique), et qui n'ont pas nécessairement leur équivalent dans les collections de météorites. Ces clastes permettent ainsi accéder à l'histoire de petits corps du système solaire pour lesquels nous n'avons pas d'autres échantillons, et ils apportent des contraintes sur l'évolution collisionnelle des corps dont ils sont issus.

Ce projet mêlant des approches pétrographique, spectrale, isotopique et de compositions des gaz rares est focalisé sur la caractérisation de clastes chondritiques présents dans des météorites issues des réservoirs de météorites dits « carboné » et « non carboné ». Les objectifs de ce projet sont de déterminer les corps parents initiaux de ces clastes (similaires ou pas à ceux des météorites hôtes) ; et de contraindre la dynamique d'incorporation de ces clastes (échanges entre réservoirs « carboné » et « non carboné » et apport de contraintes temporelles sur leur incorporation).

La méthodologie de la thèse repose sur :

- l'étude pétrographique et minéralogique de tous les clastes présents dans une série d'au moins 30 météorites (sélectionnées en raison de la présence de clastes) provenant des réservoirs carboné et non carboné.
- l'étude des processus secondaires (métamorphisme, altération aqueuse, choc) subies par ces clastes et par leur météorite hôte. Les signatures de chauffe et de chocs seront en particulier recherchées pour contraindre le processus d'intégration des clastes (basse vs. haute vitesse).
- la mesure des gaz rares (en collaboration avec le CRPG à Nancy) permettra de déterminer si les météorites porteuses de clastes xénolithiques sont des brèches de régolithe ou pas, et de contraindre le temps de transfert du claste de son corps parent d'origine vers son corps parent secondaire.

Exemple de claste carboné centimétrique dans une chondrite ordinaire (NWA 13882, cube d'échelle 1 cm)



Ce projet repose sur une collaboration entre le CEREGE (Aix-en-Provence) et l'IPAG (Grenoble) qui assureront la direction et co-direction de la thèse, avec une contribution du CRPG (mesure des gaz rares).

Techniques utilisées : pétrographie (microscopie optique, microscopie électronique à balayage, microsonde électronique), tomographie rayons X (pour détecter des clastes supplémentaires dans certaines météorites), mesure des isotopes de l'oxygène (fluorination laser couplée à la spectrométrie de masse), spectroscopie Raman, spectroscopie infra-rouge, mesures des gaz rares

Détail du Programme finançant la recherche : Projet collaboratif du Programme National de Planétologie (INSU/CNES) pour 2022, ANR CLASTS en cours d'évaluation (2ème tour, portage L. Bonal IPAG, J. Gattacceca CEREGE, Y. Marrocchi CRPG)

Directeurs de thèse proposés

Directeur HDR proposé

Nom - Prénom : Gattacceca Jérôme

Corps : DR1 CNRS

Laboratoire : CEREGE

Adresse mail : gattacceca@cerege.fr

Choix de cinq publications récentes (étudiants dirigés co-signataires soulignés) :

Drouard A., Gattacceca J., Hutzler A., Rochette P., Braucher R., Bourlès D., ASTER Team, Gounelle M., Morbidelli A., Debaille V., Van Ginneken M., Valenzuela M., Quesnel Y., Martinez R. 2019. The meteorite flux of the past 2 m.y. recorded in the Atacama Desert. *Geology* 47 (7) 673-676, doi 10/1130/G45831.1

Gattacceca J., Krzesinska A.M., Marrocchi Y., Meier M.M., Bourot-Denise M., Lenssen R. 2017. Young asteroid mixing revealed in ordinary chondrites: the case of NWA 5764, a polymict LL breccia with L clasts. *Meteoritics and Planetary Science* 52:2289-2304, doi: 10.1111/maps.12942

Gattacceca J., Bonal L., Sonzogni C., Longerey J. CV chondrites: more than one parent body. 2020. *Earth Planet. Sci. Letters*, 147, 116467, doi:10.1016/j.epsl.2020.116467

Krämer Ruggiu L., Beck P., **Gattacceca J.**, Eschrig J. 2021. Visible-infrared spectroscopy of ungrouped and rare meteorites brings further constraints on meteorite-asteroid connections. *Icarus* 362 :114393.

Pourkhorsandi H., **Gattacceca J.**, Rochette P., Smith T., **Bonal L.**, D'Orazio M., Devouard B., Sonzogni C., Debaaile V. 2022. The Famenin fall and other ordinary chondrites intermediate between H and L groups. *Meteoritics and Planetary Science*, in press, doi :10.1111/maps.13801

Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années

Toutes soutenues en 3 ans fermes

Nom : Krämer Ruggiu Lisa

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

Type d'allocation : Ecole Doctorale 251

Date de début de l'allocation de doctorat : 1^{er} octobre 2019

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

Programme finançant la recherche : ANR (Mars Prime, CEREGE), PNP (CEREGE), ERC Solarys (IPAG)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : post-doc à ULB (Bruxelles)

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

Nom : Alexis Drouard

Intitulé : Détermination des régions sources des météorites

Type d'allocation : Ecole Doctorale 352 (Physique et Sciences de la matière)

Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2016

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : septembre 2019

Programme finançant la recherche : ANR (FRIPON, LAM/CEREGE), PNP (CEREGE)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : professeur agrégé (sciences physiques)

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

Nom : Lepaulard Camille

Intitulé : Paléomagnétisme lunaire

Type d'allocation : Ecole Doctorale 251 (« bourse Président »)

Date de début de l'allocation de doctorat : 1^{er} octobre 2015

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : octobre 2018

Programme finançant la recherche : ANR (MagLune, CEREGE)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : enseignement secondaire

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 100 %

Autre directeur proposé (éventuellement)*

Nom - Prénom : BONAL Lydie

Corps : astronome-adjointe CNAP

Adresse mail : lydie.bonal@univ-grenoble-alpes.fr

Laboratoire (i.e. formation contractualisée de rattachement, éventuellement équipe au sein de cette formation) : IPAG

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

Prestgard T.J., **Bonal L.**, Eschrig J., **Gattacceca J.**, Sonzogni C., Beck P. (2021) Miller Ranger 07687 and its place within the CM-CO clan. *Meteoritics and Planetary Science* 56(9) 1758-1783 doi: 10.1111/maps.13736

Eschrig J., **Bonal L.**, Beck P., Prestgard T.J. (2021) Spectral reflectance analysis of type 3 carbonaceous chondrites and search for their asteroidal parent bodies. *Icarus* 354, 114034. doi: 10.1016/j.icarus.2020.114034

Bonal L., **Gattacceca J.**, Garenne A., Eschrig J., Rochette P., Krämer Ruggiu L. (2020) Water and heat: new constraints on the evolution of the CV chondrite parent body. *GCA* 276, 363-383. doi: /10.1016/j.gca.2020.03.009

Quirico E., **Bonal L.**, Beck, P.; Alexander, C. M. O'D.; Yabuta, H.; Nakamura, T.; Nakato, A.; Flandinet, L.; Montagnac, G.; Schmitt-Kopplin, P.; Herd, C. D. K. (2018) Prevalence and nature of heating processes in CM and C2-ungrouped chondrites as revealed by insoluble organic matter. *GCA* **241**, 17-37. doi: 10.1016/j.gca.2018.08.029

Battandier M., **Bonal L.**, Quirico E., Beck P., Engrand C., Duprat J., Dartois E. (2018) Characterization of the organic matter and hydration state of Antarctic micrometeorites: a reservoir distinct from carbonaceous chondrites. *Icarus* **306**, 74-93. doi: 10.1016/j.icarus.2018.02.002

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

Nom : Laize-Général Lucie

Intitulé : Etude des sels d'ammonium comme traceurs de parentés entre météorites et petits corps du Système Solaire

Type d'allocation : Contrat Doctoral Spécifique pour Normaliens

Date de début de l'allocation de doctorat : Oct. 2021

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : Labex OSUG@2020, PNP

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 20 %

Nom : Prestgard Trygve

Intitulé : Infrared optical properties of extraterrestrial materials and analogues.

Type d'allocation : ERC

Date de début de l'allocation de doctorat : Oct. 2020

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : ERC Solarys

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

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

Nom : Eschrig Jolantha

Intitulé : Ordinary vs. carbonaceous chondrites: hydration and genetic link with asteroids through combined spectral analysis.

Type d'allocation : ERC Solarys

Date de début de l'allocation de doctorat : Sept. 2019

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : Sept. 2022

Programme finançant la recherche : ERC Solarys

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 75 %

Nom : Battandier Manon

Intitulé : Etude d'une série de micrométéorites Antarctiques : caractérisation multi-analytique et comparaison à des chondrites carbonées.

Type d'allocation : Ecole Doctorale TUE (maintenant appelée STEP)

Date de début de l'allocation de doctorat : Oct. 2015

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 17 Octobre 2018

Programme finançant la recherche : CNES

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : enseignante à l'étranger

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 90 %