

PROGRAMME INTITUTS ET INITIATIVES
Appel à projet – campagne 2021
Proposition de projet de recherche doctoral (PRD)
IMer - Institut de la Mer

**Intitulé du projet de recherche doctoral (PRD): Evolution des crustacés au cours de la Révolution
Marine Mésozoïque**

Directeur.rice de thèse porteur.euse du projet (titulaire d'une HDR) :

NOM : **CHARBONNIER** Prénom : **Sylvain**
Titre : Choisissez un élément : ou
Professeur du Muséum
e-mail : sylvain.charbonnier@mnhn.fr
Adresse professionnelle : Muséum national d'Histoire naturelle, Département Origines et Evolution,
(site, adresse, bât., bureau) (CP38), 8 rue Buffon, 75005 Paris

Unité de Recherche :

Intitulé : Centre de Recherche en Paléontologie - Paris
Code (ex. UMR xxxx) : UMR 7207

École Doctorale de rattachement de l'équipe (future école doctorale du/de la doctorant.e) : ED227-Sciences vie homme : évolution écolog

**Doctorant.e.s actuellement encadré.e.s par la.e directeur.rice de thèse (préciser le nombre de doctorant.e.s,
leur année de 1^{er} inscription et la quotité d'encadrement) : 0,5 + 0,5 = 1**

Thomas Laville, 2019, encadrement 50% (co-encadrante : Marie-Béatrice Forel)

Nicolas Séon, 2019, encadrement 10 % (co-encadrants : Romain Amiot–HDR, Peggy Vincent)

Co-encadrant.e :

NOM : **CORBARI** Prénom : **Laure**
Titre : Choisissez un élément : ou Maître de HDR
Conférences du Muséum
e-mail : laure.corbari@mnhn.fr

Unité de Recherche :

Intitulé : Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité
Code (ex. UMR xxxx) : 7205



Doctorant.e.s actuellement encadré.e.s par la.e co-directeur.rice de thèse (préciser le nombre de doctorant.e.s, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) : 0

Co-encadrant.e :

NOM :

Prénom :

Titre : Choisissez un élément : ou

HDR

e-mail :

Unité de Recherche :

Intitulé :

Code (ex. UMR xxxx) :

Choisissez un élément :

École Doctorale de rattachement :

Ou si ED non Alliance SU :

Doctorant.e.s actuellement encadré.e.s par la.e co-directeur.rice de thèse (préciser le nombre de doctorant.e.s, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) :

Cotutelle internationale : Non Oui, précisez Pays et Université :

Selon vous, ce projet est-il susceptible d'intéresser une autre Initiative ou un autre Institut ?

Non Oui, précisez Choisissez l'institut ou l'initiative :

Description du projet de recherche doctoral (en français ou en anglais) :

Ce texte sera diffusé en ligne : il ne doit pas excéder 3 pages et est écrit en interligne simple.

Détailler le contexte, l'objectif scientifique, la justification de l'approche scientifique ainsi que l'adéquation à l'initiative/l'Institut.

Le cas échéant, préciser le rôle de chaque encadrant ainsi que les compétences scientifiques apportées. Indiquer les publications/productions des encadrants en lien avec le projet.

Préciser le profil d'étudiant(e) recherché.

SUJET :

Contexte

Le Mésozoïque est l'une des périodes géologiques durant laquelle la biodiversité marine a fortement augmenté, pour atteindre un niveau équivalent à l'actuel. Cette augmentation combine l'effet de taux d'extinctions faibles (exceptés quelques événements de crises), la diversification des principaux taxons marins modernes et un enrichissement des communautés locales, propres à chaque type d'écosystèmes. La Révolution Marine Mésozoïque (RMM) est un épisode évolutif majeur qui a impliqué une restructuration à grande échelle des communautés marines benthiques et a conduit à la mise en place de la faune moderne. La diversification et le renouvellement des clades de prédateurs durophages comme les reptiles marins, les poissons osseux, les requins, les céphalopodes, les crustacés, les gastéropodes carnivores, capables de se nourrir sur des proies cuirassées, aurait favorisé l'évolution de leurs proies (mollusques, échinodermes, brachiopodes, crustacés). Cette course aux armements écologiques s'enracine dans le Trias et se développe tout au long du Jurassique et au Crétacé. Ces traits fonctionnels et évolutifs auraient favorisé la diversification des groupes de proies, amenant ainsi les prédateurs à se spécialiser. Les écosystèmes se seraient donc enrichis en nouveaux taxons et de nouveaux modes de vie au cours du Mésozoïque, sous l'influence de l'évolution des clades de prédateurs. Plusieurs groupes en témoignent : gastéropodes (ornementation), crinoïdes (refuge dans les eaux profondes ?), bivalves et échinides (modes de vie fouisseur). L'hypothèse reposant sur ces mécanismes macro-évolutifs et/ou adaptatifs, tels que l'accroissement de la pression de prédation dans les écosystèmes benthiques, demande à être testée à partir des patrons de diversification d'autres taxons afin d'apporter une nouvelle compréhension de cette grande diversification du Mésozoïque.

Objectif scientifique

L'évolution, les stratégies adaptatives et écologiques des crustacés (env. 70 000 espèces actuelles) au cours de la RMM sont assez peu documentées. Si l'histoire de certains groupes (ex : crabes *Brachyura*, langoustes *Glypheidea*, « homards » *Erymida*, langoustines *Polychelida*) a été esquissée dans plusieurs études récentes, celle d'autres groupes majeurs de Malacostraca (ex :



Dendrobranchiata, Caridea, Peracarida) n'a pas été encore retracée. Ce sujet propose de reconstituer l'histoire évolutive de ces grands groupes au cours du Mésozoïque. Les questions majeures sont :

- Quels sont l'origine et les mécanismes de diversification des Malacostraca (i.e. Dendrobranchiata, Caridea et Peracarida) au cours du Mésozoïque ?

Répondre à cette question nécessitera pour commencer d'établir une courbe de paléobiodiversité des Dendrobranchiata (env. 100-150 espèces fossiles versus 540 actuelles), Caridea (env. 60-70 espèces fossiles versus 2 500 actuelles) et Peracarida (env. 80-100 espèces fossiles versus 20 000 actuelles) à partir de la littérature et des nombreux spécimens inédits qui restent à décrire et/ou à identifier dans les collections. Il s'agira également de comprendre les mécanismes de diversification de ces taxons qui sont devenus des membres importants de certaines communautés marines dès le Trias. Une analyse fine des représentants issus de célèbres gisements à préservation exceptionnelle (ex : Trias d'Osteno, Jurassique de Solnhofen, Crétacé du Liban) sera menée afin d'identifier à la fois les possibles pics de paléobiodiversité, les phases de repli et les phases d'extinction des groupes.

- Quels environnements ont été colonisés par ces groupes de Malacostraca au cours du Mésozoïque et quels étaient leurs modes de vie probables ?

Répondre à cette question nécessitera d'analyser la paléoécologie des espèces, de reconstituer les milieux de vie et de comprendre l'histoire de la colonisation par les crevettes de niches écologiques variées. La connaissance de l'anatomie fine des crevettes devrait pouvoir donner des pistes intéressantes pour répondre au niveau paléobiologique. L'analyse morpho-fonctionnelle, l'étude des contenus stomacaux fossilisés, permettront de formuler des hypothèses quant aux modes de vie. L'analyse des yeux fossilisés (ex : taille, forme et densité des ommatidies) permettra d'apporter des arguments adaptatifs sur leur mode de vie.

Enfin, une approche comparative avec les taxons actuels (habitats, niche écologique, associations biologiques) sera établie avec l'analyse des faunes fossiles associées afin de dégager des hypothèses paléoécologiques et paléoenvironnementales. Ce travail portera notamment sur l'étude de certains assemblages faunistiques tant dans l'actuel que dans le registre fossile.

- Quelle est l'importance de ces grands groupes de Malacostraca dans la Révolution Marine Mésozoïque ?

Répondre à cette question nécessitera d'interpréter les innovations anatomiques mises en place par ces groupes face aux pressions de prédation : analyses des carapaces, des ornementsations, évolution de la taille des organismes au cours du Mésozoïque. Il s'agira d'effectuer des comparaisons avec les groupes actuels afin de mieux connaître les prédateurs et les relations proies/prédateurs pour pouvoir les transposer et les caractériser dans le registre fossile qui est souvent lacunaire. Il s'agira également d'étudier plus en détail le tournant du Crétacé supérieur où s'effectuerait, l'une des transitions majeures faunes anciennes / faunes modernes.

Approche scientifique

Jusqu'à présent, les crustacés fossiles ont été largement sous-exploités comme objets et modèles d'étude en paléontologie. Relativement peu abondants dans le registre fossile, ils sont nettement sous-estimés du point de vue de leur paléobiodiversité alors le groupe des Crustacés est parmi les taxons les plus diversifiés en milieu marin actuel. Ils sont aussi très souvent absents des reconstitutions paléoécologiques, paléoenvironnementales et surtout paléobiogéographiques. De plus, l'histoire évolutive des crustacés est souvent négligée dans le registre fossile. Cet état de fait est intimement lié aux conditions de fossilisation particulière liées à la nature même de la carapace des crustacés qui se dégrade très rapidement après la mort des organismes. Ainsi, quand les



crustacés sont présents dans un assemblage donné, il s'agit généralement de fragments d'appendices ou de carapaces dont l'identification est toujours délicate pour le spécialiste, ce qui limite les tentatives d'interprétation plus poussée. Par ailleurs, l'un des problèmes majeurs des crustacés fossiles est l'accès à de nouveaux gisements qui sont et demeurent rares. Néanmoins, les gisements à conservation exceptionnelle, encore appelés Konservat-Lagerstätten, ou plus simplement Lagerstätten sont une source d'informations importante et permettent d'esquisser l'importance des crustacés dans les communautés du passé.

Le sujet conduira à travailler sur plusieurs célèbres gisements à conservation exceptionnelle étagés sur l'ensemble du Mésozoïque comme les Lagerstätten d'Osteno (Trias, Italie), d'Holzmaden (Jurassique inférieur, Allemagne) de Lyme-Regis (Jurassique inférieur, Royaume-Uni), de La Voulte (Jurassique moyen, France), de Solnhofen (Jurassique supérieur, Allemagne), du Crétacé supérieur du Maroc (Gara Sbaa, Djebel Oum Touk) et du Liban (Hakel, Hadjoula, Sahel Alma).

De nombreux spécimens-clé du Mésozoïque sont conservés dans les collections du MNHN et seront mis à disposition du sujet. L'accès aux autres spécimens sera possible grâce à un réseau de collaborateurs avec, par exemple, Alessandro Garassino et Giorgio Teruzzi (Milan) pour le Trias d'Osteno et de Madagascar, Günter Schweigert (Allemagne) pour le Jurassique de Solnhofen, Carrie Schweitzer (USA) pour le Mésozoïque américain.

L'excellente préservation des fossiles permettra d'accéder à des détails morphologiques inédits comme les dispositifs visuels, les organes internes ou encore les contenus stomacaux. Les spécimens préservés en compression (ex : calcaires lithographiques) pourront être analysés sous lumière ultraviolette (fluorescence jaune) et/ou en fluorescence vert-orange (technique développée par Joachim Haug, Munich) afin de révéler des détails anatomiques fins (antennes, antennules, mandibules, pléopodes).

Grâce à certains spécimens fossilisés en volume, il sera également possible de développer une recherche innovante fondée sur l'imagerie 3D via les techniques d'acquisition CT-Scan. La tomographie aux rayons X qui a été récemment appliquée à des crevettes *Penaeoidea* et *Peracarida* de La Voulte a montré des résultats convaincants. Il s'agira d'étendre cette méthode à d'autres spécimens inédits préservés en volume dans des nodules et présents dans les collections du MNHN (Jurassique de La Voulte) et du Muséum de Milan (Trias de Madagascar).

Faisabilité en trois ans, échancier

Sept. 2021–Juillet 2022 : bibliographie, révision systématique et description des nouveaux taxons. Visite de collections si possible (Londres, Milan, Berlin). Etablissement des premières courbes de paléobiodiversité. Début de rédaction du premier article. Sélection des taxons les plus pertinents.

Sept. 2022–Juillet 2023 : analyses paléoécologiques et comparaisons paléoenvironnementales. Reconstitution de l'histoire évolutive. Hypothèses sur les relations proies/prédateurs. Début de rédaction du deuxième article.

Sept. 2023–Mai 2024 : Analyses phylogénétiques en relation avec les grands phénomènes globaux : ouverture et fermeture de la Téthys par exemple ; listes des innovations dans le cadre de la RMM. Rédaction du 3e article si le temps le permet.

Juin 2024–Août 2024 : synthèse des résultats et rédaction du mémoire.

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Adéquation à l'Institut de la Mer

La mer actuelle est le résultat de l'évolution de mers fossiles qui se sont succédées depuis l'origine



de la vie. Comprendre comment se sont mises en place, ont évolué et parfois disparu les mers anciennes au cours des temps géologiques constitue l'une des clés de compréhension de la mer actuelle. Le présent sujet souhaite reconstituer l'histoire évolutive d'un grand groupe d'animaux connus à la fois des scientifiques et du grand public : celui des Crustacés Malacostraca. Les origines, les évolutions et les innovations de plusieurs clades de crevettes seront retracées tout au long du Mésozoïque (-252 Ma à -66 Ma) afin de comprendre leur composition et leur structuration actuelles. L'approche sera à la fois paléontologique, biologique et écologique. Le sujet s'intéressera aussi aux changements fauniques (radiation, extinction) au cours des temps géologiques afin de comprendre les changements globaux observés dans les environnements actuels.

Rôle des encadrants et compétences scientifiques

S. Charbonnier permettra l'accès à l'ensemble des échantillons paléontologiques. Ils formera l'étudiant(e) à la nomenclature anatomique des crustacés, à leur taxinomie à leur systématique. Il apportera des connaissances sur la dimension temporelle et paléoenvironnementale de l'étude qui couvrira les 190 millions d'années du Mésozoïque.

L. Corbari permettra l'accès à la collection de crustacés actuels. Elle formera l'étudiant(e) aux analyses (paléo)-écologiques. Elle apportera ses connaissances sur la diversité des Malacostraca actuels et plus particulièrement sur les Peracarida, très mal décrits dans le registre fossile. L'ensemble des moyens matériels, techniques et humains requis pour la mise en œuvre du projet de thèse sont disponibles au sein du CR2P et de l'ISYEB qui pourront assumer le financement de la mise en valeur de la thèse (participation à des congrès, réunion de mi-parcours et soutenance). Des demandes de financements seront déposées durant la première année (ex : ATM du MNHN). Le projet contribue aux thématiques des équipes PalPal du CR2P et 3E de l'ISYEB.

Publications en lien avec le projet

C Jauvion, D Audo, S Bernard, J Vannier, AC Daley, S Charbonnier 2020. A new polychelidan lobster preserved with its eggs in a 165 Ma nodule. *Scientific reports* 10 (1), 1-7

J Devillez, S Charbonnier, MK Veselská, JP Pezy 2017. Review of the Late Cretaceous erymid lobsters (Crustacea: Decapoda) from the Western Tethys. *Proceedings of the Geologists' Association* 128 (5-6), 779-797.

Brayard, A., Krumenacker, L.J., Botting, J.P., Jenks, J.F., Bylund, K.G., Fara, E., Vennin, E., Olivier, N., Goudemand, N., Saucède, T., Charbonnier, S., Romano, C., Doguzhaeva, L., Thuy, B., Hautmann, M., Stephen, D.A., Thomazo, C. & Escarguel, G. 2017. Unexpected Early Triassic marine ecosystem and the rise of the Modern evolutionary fauna. *Science Advances* 3(2): e1602159.

DOI:10.1126/sciadv.1602159.

D Audo, JT Haug, C Haug, S Charbonnier, G Schweigert, CHG Müller, ...2016. On the sighted ancestry of blindness—exceptionally preserved eyes of Mesozoic polychelidan lobsters. *Zoological letters* 2 (1), 13.

Charbonnier, S., Audo, D., Garassino, A., Schweigert, G. & Hyžný, M. 2017. Fossil Crustacea of Lebanon. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris*. Tome 210, 252 p.

Charbonnier, S., Garassino, A., Schweigert, G. & Simpson, M. 2013. A worldwide review of fossil and extant glypheid and litogastrid lobsters (Crustacea, Decapoda, Glypheoidea). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris*. Tome 205, 304 p.

Corbari, L., & Sorbe, J. C. (2018). First observations of the behaviour of the deep-sea amphipod *Dulichlopsis diana* sp. nov. (Senticaudata, Dulichiidae) in the TAG hydrothermal vent field (Mid-



Atlantic Ridge). *Marine Biodiversity*, 48(1), 631-645.

Sabroux, R., Audo, D., Charbonnier, S., Corbari, L., & Hassanin, A. (2019). 150-million-year-old sea spiders (Pycnogonida: Pantopoda) of Solnhofen. *Journal of Systematic Palaeontology*, 1-12.

Vereshchaka, A. L., Corbari, L., Kulagin, D. N., Lunina, A. A., & Olesen, J. (2020). A phylogeny-based revision of the shrimp genera *Altelatipes*, *Benthonectes* and *Benthesicymus* (Crustacea: Decapoda: Benthesicymidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*.
<https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlz125>

Profil d'étudiant(e) recherché

Le sujet est accessible à tout étudiant de Master 2 ou équivalent. Les mots-clés du sujet sont : géosciences, paléontologie, écologie, évolution, biodiversité. Les candidats avec une formation initiale couvrant une ou plusieurs de ces mots-clés sont éligibles. Le plus : avoir des connaissances suffisantes sur l'anatomie et la systématique des crustacés et sur l'histoire du Mésozoïque

Merci d'enregistrer votre fichier au format PDF et de le nommer :
«ACRONYME de l'initiative/institut – AAP 2021 – NOM Porteur.euse Projet »

Fichier envoyer simultanément par e-mail à l'ED de rattachement et au programme :
cd_instituts_et_initiatives@listes.upmc.fr avant le 20 février.