

# Proposition de sujet de thèse 2026

(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 \*:

**Couplage U-Pb – thermométrie  $\square$ 47 sur coquilles fossiles (collections du Musée de Paléontologie d'Aix-Marseille Université) et phases diagénétiques précoces : méthodologie, limites et apports pour la chronostratigraphie et les reconstitutions paléoclimatiques**

Encadrant(s), nom, prénom, adresse mail \*:

Léonide Philippe [leonide@cerege.fr](mailto:leonide@cerege.fr)

Fournier François [fournier@cerege.fr](mailto:fournier@cerege.fr)

Laboratoire \*: CEREGE

## Tableau récapitulatif du sujet

|  |   |
|--|---|
| <b>Candidat(e)</b> <sup>(1)</sup>                    |   |
| 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>                    | Couplage U-Pb – thermométrie $\square$ 47 sur coquilles fossiles (collections du Musée de Paléontologie d'Aix-Marseille Université) et phases diagénétiques précoces : méthodologie, limites et apports pour la chronostratigraphie et les reconstitutions paléoclimatiques |
| Encadrants (2 max, indiquer si HDR ou pas)*          | Léonide Philippe <a href="mailto:leonide@cerege.fr">leonide@cerege.fr</a> (inscription HDR Mars 2026 – soutenance HDR Juin-Sept 2026)<br>Fournier François <a href="mailto:fournier@cerege.fr">fournier@cerege.fr</a> (HDR)   |

|  |   |
|--|---|
| Laboratoire*   | CEREGE  |
| Programme finançant la recherche (indiqué si obtenu ou envisagé) (1) | Ressources propres Léonide – Protisvalor<br>CR2222JBTOTD2 |

## Sujet de doctorat proposé\*

### **Couplage U-Pb – thermométrie $\square^{47}$ sur coquilles fossiles (collections du Musée de Paléontologie d’Aix-Marseille Université) et phases diagénétiques précoces : méthodologie, limites et apports pour la chronostratigraphie et les reconstitutions paléoclimatiques**

#### *« Time Preservation and PaleoClim Reconstruction from Carbonates »*

Porteur : Philippe Léonide

Co-directeur : François Fournier

Participants CEREGE : Pierre Deschamps, Abel Guihou, Alexis Licht, Baptiste Suchéras-Marx, Jean Borgomano, Jean-Pierre Masse, Jean Philip, Marc Floquet

#### **Contexte général et verrous scientifiques**

Les changements globaux anthropiques en cours, notamment l’augmentation rapide des concentrations de gaz à effet de serre et la dégradation des écosystèmes, entraînent une hausse significative des températures moyennes globales et une crise majeure de la biodiversité (IPCC, 2023 ; World Wildlife Fund, 2021). Comprendre les réponses du vivant à des conditions climatiques extrêmes nécessite une perspective de long terme que seule l’étude du registre géologique peut offrir.

Les systèmes sédimentaires carbonatés, qu’ils soient marins ou continentaux, constituent des archives majeures du fonctionnement du système Terre et du cycle global du carbone à l’échelle des temps géologiques. Ils enregistrent, sous forme de signatures sédimentaires et géochimiques, les variations climatiques, paléo-océanographiques et tectoniques qui ont jalonné l’histoire de la planète. Contrairement aux archives quaternaires datées à haute résolution, l’exploitation paléoclimatique des séries carbonatées anciennes est limitée par l’incertitude chronologique et par l’altération des signaux isotopiques primaires par les transformations diagénétiques.

Les travaux récents montrent que des périodes longtemps considérées comme climatiquement stables, telles que le Jurassique, le Crétacé ou certaines phases du Paléogène, ont en réalité été marquées par des bouleversements climatiques et du cycle du carbone, parfois « extrêmes » (événements anoxiques, hyperthermiques, variations humidité–aridité). Leur datation précise et corrélation à l’échelle régionale et globale sont problématiques, en particulier dans les environnements de plateforme carbonatée et les bassins continentaux, où la biostratigraphie est incertaine et où les marqueurs volcaniques font défaut.

Les archives fossiles constituent des enregistreurs uniques de la variabilité environnementale à des échelles de temps fines (jours à décennies), tout en documentant la biodiversité passée (Huyghe *et al.*, 2012 ; Ivany, 2012 ; Schmitt *et al.*, 2022, Křížová *et al.*, 2025). Les écosystèmes anciens fonctionnent ainsi comme des « expériences naturelles » permettant d’évaluer les limites physiologiques de la vie sous des régimes climatiques extrêmes ou prolongés (Cermeño *et al.*, 2022 ; Jones *et al.*, 2022 ; de Winter *et al.*, 2021).

Parmi les périodes pertinentes figurent les périodes géologiques de super-*Greenhouse* (Trias inférieur, Crétacé moyen), mais aussi des états climatiques plus modérés, bien que plus chauds que l'actuel (Fig. 1), tels que le Crétacé supérieur ou le PETM (Dowsett *et al.*, 2013 ; O'Hora *et al.*, 2022 ; de Winter *et al.*, 2025). Bien que ces périodes correspondent à des états climatiques quasi-équilibrés, elles fournissent des informations essentielles sur la réponse à long terme du système climatique, de la biosphère et des écosystèmes (Burke *et al.*, 2018).

En effet, le Crétacé constitue l'un des épisodes climatiques les plus chauds du Phanérozoïque, caractérisé par des températures océaniques et continentales exceptionnellement élevées (donner les gammes) et par des concentrations atmosphériques de CO<sub>2</sub> parmi les plus élevées du Mésozoïque (Bice *et al.*, 2006 ; Hay et Floegel, 2012 ; O'Brien *et al.*, 2017 ; Burgener *et al.*, 2023). Les reconstructions paléoclimatiques suggèrent un gradient thermique équateur-pôle fortement atténué (Hay, 2008 ; O'Connor *et al.*, 2019), bien que certaines études défendent l'existence de gradients latitudinaux comparables à ceux de l'actuel (Pucéat *et al.*, 2007 ; de Winter *et al.*, 2021).

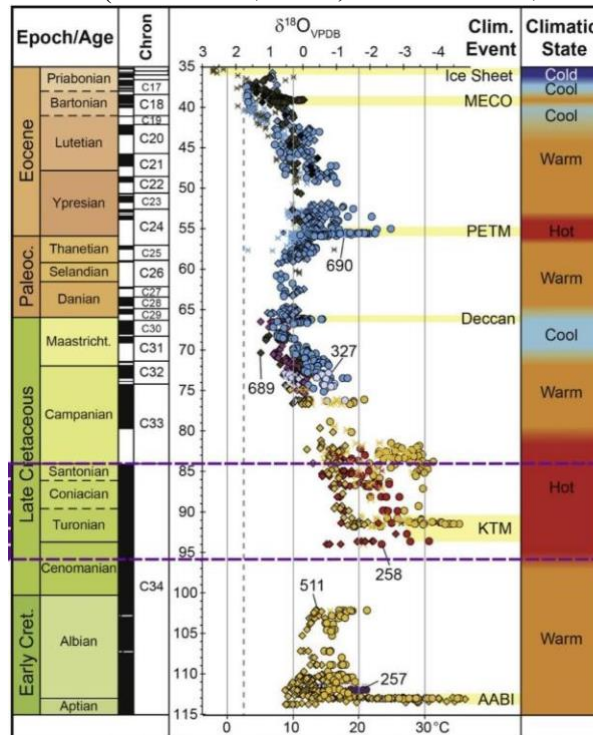


Figure 1 - Évolution des paléotempératures du Crétacé inférieur à l'Éocène, avec interprétation des stades climatiques. Les paléotempératures sont basées sur des analyses du  $\delta^{18}\text{O}$  de foraminifères planctoniques. Noter le KTM (Maximum thermique du Crétacé) au Turonien inférieur. D'après Huber *et al.* (2018)

Un réchauffement progressif s'amorce dès l'Albien et culmine lors du *Cretaceous Thermal Maximum* (KTM) au Cénomaniens terminal–Turonien inférieur (O'Brien *et al.*, 2017). Durant cet intervalle, les températures de surface de la mer atteignent  $\geq 30^\circ\text{C}$  dans les régions tropicales et  $\geq 20^\circ\text{C}$  aux moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère sud (Friedrich *et al.*, 2012 ; Huber *et al.*, 2018 ; Song *et al.*, 2019 ; Scotese *et al.*, 2021). Bien que des épisodes glaciaires aient été proposés pour le Turonien moyen (Bornemann *et al.*, 2008 ; Galeotti *et al.*, 2009 ; Miller *et al.*, 2004), ces travaux ont été récemment remis en cause par des reconstructions à haute résolution indiquant des conditions de chaleur extrême jusque dans les hautes latitudes (MacLeod *et al.*, 2013 ; Huber *et al.*, 2018 ; O'Connor *et al.*, 2019).

Cette période est également marquée par un maximum eustatique (Haq, 2014), favorisant l'extension de vastes plateformes carbonatées peu profondes (Pohl *et al.*, 2019). Malgré l'abondance de ces environnements néritiques, la majorité des reconstructions paléoclimatiques crétacées repose sur des archives pélagiques ( $\delta^{18}\text{O}$  de foraminifères planctoniques ou benthiques, TEX<sub>86</sub> ; Clarke et Jenkyns, 1999 ; Friedrich *et al.*, 2012 ; Huber *et al.*, 2002, 2018 ; O'Brien *et al.*, 2017 ; Petrizzo *et al.*, 2022). Les environnements peu profonds, pourtant essentiels pour comprendre les interactions climat-biosphère, restent largement sous-exploités.

Dans ce contexte, un verrou scientifique majeur réside dans la capacité à **construire des cadres temporels robustes** pour les séries carbonatées anciennes, condition indispensable pour **exploiter pleinement les signaux isotopiques du carbone et de l'oxygène comme traceurs des perturbations du cycle du carbone et du climat**.

Les avancées récentes en géochronologie des carbonates (notamment la datation U-Pb de phases précoces ou syn-dépôts), combinées à une utilisation raisonnée des isotopes stables et des *Clumped isotopes* ouvrent de nouvelles perspectives pour dépasser ces limitations.

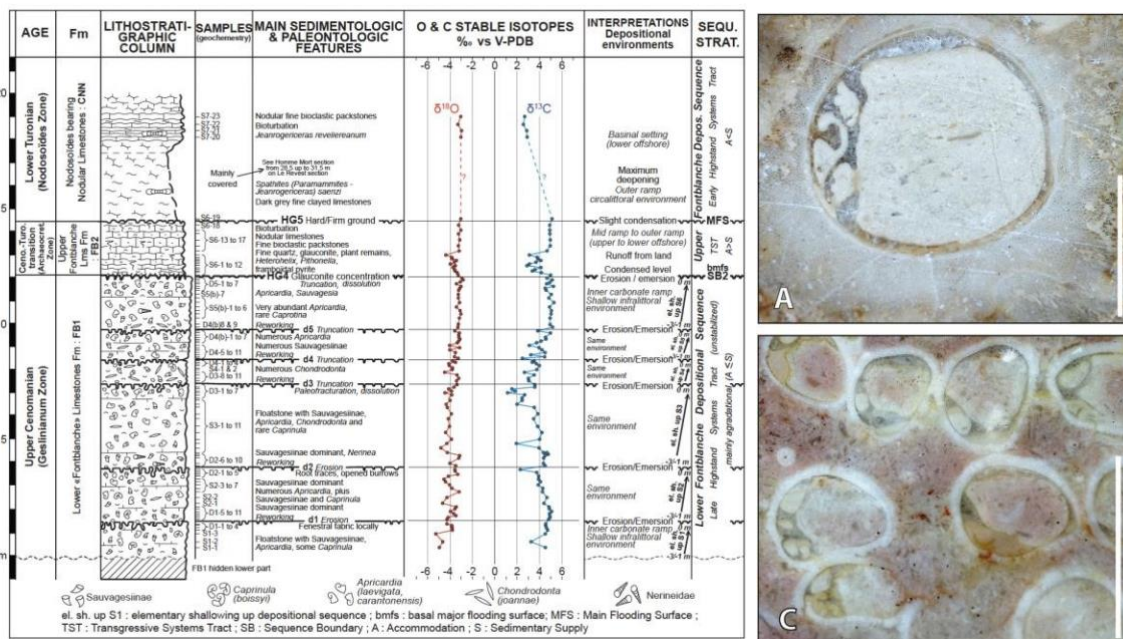
La problématique centrale de ce projet est donc la suivante : dans quelle mesure et à quelles conditions les carbonates de plateforme, même affectés par la diagenèse, peuvent-ils fournir des enregistrements fiables, corrélables et datés des grands changements paléoclimatiques et paléo-océanographiques, et comment l'intégration de nouvelles approches chronostratigraphiques permet-elle de replacer ces archives dans un cadre global du cycle du carbone à l'échelle du Mésozoïque ?

L'objectif de ce projet est d'utiliser les systèmes carbonatés de Provence (leur évolution biologique, sédimentologique, diagénétique et géochimique) comme marqueurs des changements paléo-océanographiques, paléo-environnementales et paléoclimatiques. L'utilisation des faunes de rudistes et autres bivalves de diverses époques stratigraphiques, zones paléogéographiques permettra de reconstruire des fluctuations des paléo-températures à long terme et saisonnières comme l'a démontré les récents travaux de Křížová et al. (2025).

**Cette problématique transversale vise à relier méthodologiquement et conceptuellement :**

- l'amélioration du cadre chronostratigraphique par datation absolue des carbonates ;
- l'évaluation critique des signaux isotopiques ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) dans des systèmes diagénétiques ;
- et la compréhension des grandes perturbations du climat et du cycle du carbone enregistrées dans les environnements de plateforme dans le « *deephime* ».

Pour répondre à ces enjeux, le projet de thèse sera organisé en **2 volets** menés en Provence où la qualité des séries stratigraphiques carbonatées du Crétacé inférieur et supérieur est bien démontrée (Fig. 2) (Masse 1976, Masse 1993 ; Masse et al., 2003, Masse et Fenerci-Masse, 2006, Philip, 1970 ; Philip 1972 ; Floquet et al., 2006).



**Figure 2** – Paraséquences à rudistes de plateforme interne, drowning, signature isotopiques et illustration de faune à rudiste (A-Sauvagesia sharpei et C-Caprotina sp., sensu Rineau et al 2021) de la série d'âge Cénomane supérieur / Turonien inférieur du Bassin du Beausset (Coupe de la Bastide d'Orves et Cimai). Floquet et Léonide (in prep.)

### 1) Volet «Datations» :

Les développements récents de la datation isotopique U–Pb des carbonates par spectrométrie de masse à plasma induit couplée à l'ablation laser (LA-ICP-MS), appliquée directement sur lames minces ou sur plots, ont ouvert de nouvelles perspectives pour la datation absolue d'objets carbonatés cimentés par de la calcite. Ces avancées ont notamment permis de dater des fossiles cimentés par de la calcite (Li et al., 2014), des paléosols (Aguirre Palafox et al., 2024) des phases de cimentations précoces (Brigaud et al., 2021), des phases diagénétiques tardives (e.g. Mangenot et al., 2018 ; Godeau et al., 2018 ; McCormick et al., 2024 ; Brigaud et al., 2020), des spéléothèmes (Moreau et al., 2024) ainsi que des veines et des failles colmatées par de la calcite (e.g. Coogan et al., 2016 ; Roberts et Walker, 2016 ; Nuriel et al., 2017, Beaudouin et al., 2018 ; Hippolyte et al., 2024 ; Rocca et al., 2024).

De nombreuses séries sédimentaires, notamment carbonatées peu profondes, ne contiennent ni cendres volcaniques, ni marqueurs stratigraphiques à valeurs globales, ce qui rend difficile l'établissement d'un cadre chronostratigraphique pour ces systèmes. Les récents progrès de la datation U-Pb des carbonates par ablation laser (LA-ICP-MS) ont ouvert de nouvelles perspectives pour la datation des enregistrements sédimentaires, notamment leur application aux fossiles semble

permettre l'établissement d'une chronologie absolue au sein de dépôts marins, jusqu'ici difficile (Collaboration thèse Thèse Martin Hareau -CEREGE Léonide sur les huîtres d'âge Miocène du bassin de Valensole ; Projet Apic Guihou & Suchéras-Marx sur les ammonites).

De petits échantillons issus d'affleurements ou de carottes peuvent être maintenant analysés par ablation laser LA-ICPMS sur des plots ou lames minces épaisses non couvertes sans avoir à passer par des analyses isotopiques U/Pb par dilution isotopique. Cette approche à la micro-échelle permet une reconnaissance rapide des phases potentiellement riches en uranium par *screening*, une identification et une précision des phases à analyser et des acquisitions plus nombreuses et rapides. Les âges U-Pb obtenus par LA-ICP-MS sont généralement représentés sous forme de diagramme de Tera-Wasserburg ( $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$  en fonction de  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ).

L'ensemble de la chaîne analytique, incluant la préparation des échantillons, l'analyse pétrographique détaillée et les mesures isotopiques U-Pb, a été développée ces dernières années au CEREGE (Aix-Marseille Université) dans la plateforme ENVITOP via le projet DatCab. Cette méthodologie (Fig. 3) a été décrite dans plusieurs rapports internes (Godeau *et al.*, 2020, 2021), qui en documentent la robustesse analytique et les champs d'application aux systèmes carbonatés.

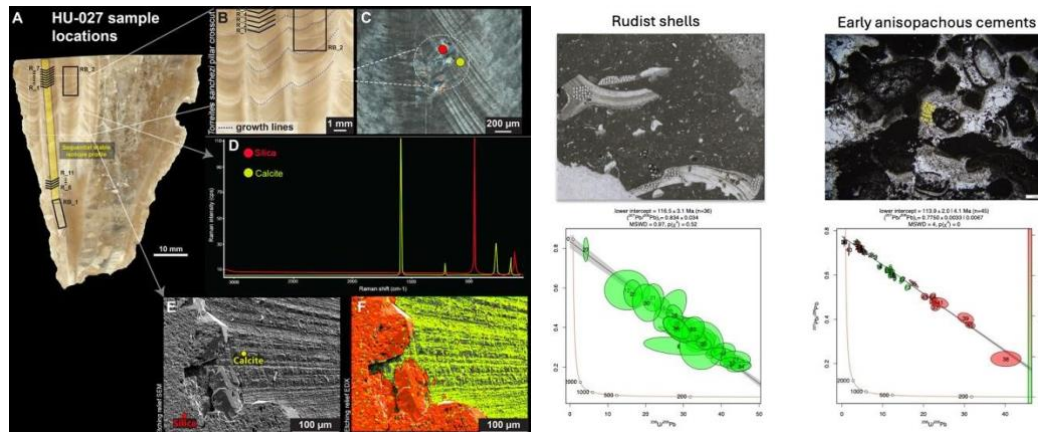


Figure 3 – Approches méthodologiques d'étude à haute résolution des coquilles de Rudistes pour des approches d'analyses isotopiques (de Winter *et al.* 2025) et essai de datation U-Pb sur coquilles de bivalves et phases diagenétiques précoces (Urgonien, Provence, Léonide *et al.* in prep.)

Dans le cadre de ce projet, des échantillons pertinents (d'un point de vue de leur préservation et âge stratigraphique) de fossiles de bivalves (rudistes, huîtres, brachiopodes) et des phases diagenétiques précoces (microbialites, ciments marins/météoriques précoces) provenant de régions paléogéographiques et d'intervalles stratigraphiques divers (Crétacé inférieur, intervalle Berriasien-Aptien ; Provence, Oman, Croatie ; Crétacé supérieur intervalle Cénomanién-Santonien de Provence, Espagne, Tunisie) seront sélectionnés afin de :

- 1) couvrir les périodes clefs de développement plateformes carbonatées pendant des épisodes climatiques connus dans la littérature ;
- 2) de tester les datations sur des écosystèmes à rudistes uniquement infralittoraux et sur des organismes infra à circolittoraux telles que les huîtres, brachiopodes.

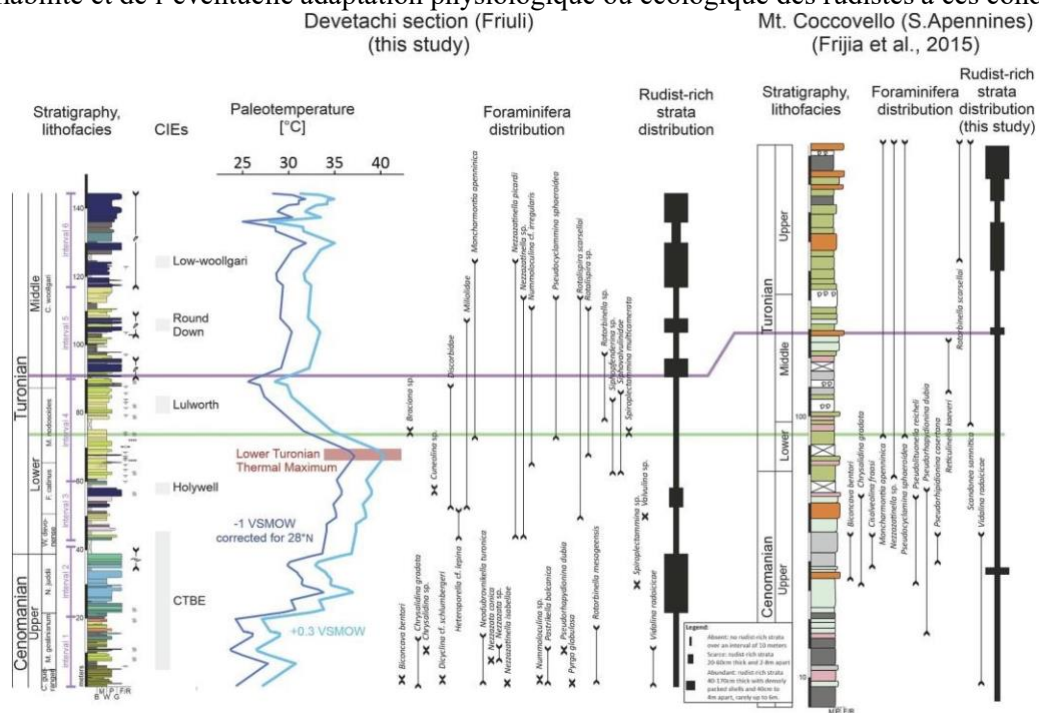
## **2) Volet « Reconstructions Paléo-climatiques au Crétacé » :**

Le but de ce volet est de démontrer comment les enregistrements géochimiques à l'échelle stratigraphique (basse résolution) et à haute résolution sur des coquilles de mollusques marins (rudistes, huîtres) peuvent mettre en lumière les variabilités climatiques des écosystèmes passés et de discuter des limites de l'application de ces méthodes dans le cadre temporel des séries « *deptime* » de période de *Greenhouse* du Crétacé.

Les rares études disponibles reposent principalement sur les rudistes, macro-calcificateurs dominants des mers peu profondes du Crétacé supérieur (de Winter *et al.* 2025 ; Steuber *et al.*, 2005 ; Huck et Heimhofer, 2021 ; Křížová *et al.*, 2025). Ces organismes, tout comme d'autres groupes benthiques, ont connu des épisodes de crise et d'extinction (Steuber, 2003 ; Parente *et al.*, 2008 ; Steuber *et al.*, 2023), dont les causes exactes restent débattues (Fig. 4). Le rôle des variations de température, seules ou combinées à d'autres perturbations environnementales telles que les *Oceanic Anoxic Events* (OAEs), demeure incertain (Steuber *et al.*, 2023). Dans un contexte où les extinctions du Phanérozoïque coïncident fréquemment avec des extrêmes climatiques (Song *et al.*, 2021), une meilleure contrainte des températures absolues, de leur saisonnalité et des gradients latitudinaux en milieu néritique apparaît indispensable.

Un paradoxe majeur concerne les plateformes téthysiennes du Crétacé supérieur, occupées par d'abondants producteurs à rudistes malgré des températures de l'eau de surface apparemment supérieures aux seuils de tolérance des organismes

marins modernes (Steuber, 1999 ; de Winter *et al.*, 2021). Les reconstructions isotopiques récentes suggèrent des températures estivales locales dépassant 40 °C, voire atteignant des valeurs proches des limites létales pour les invertébrés marins actuels (Compton *et al.*, 2007 ; Clarke, 2014). Ces estimations reposent toutefois sur des hypothèses fortes concernant la composition isotopique de l'eau de mer (Price *et al.*, 2020 ; Walliser et Schöne, 2020), ce qui soulève la question de leur fiabilité et de l'éventuelle adaptation physiologique ou écologique des rudistes à ces conditions extrêmes.



**Figure 4** – Distribution des foraminifères benthiques et des rudistes dans la coupe de Devetachi (plateforme carbonatée friulane, FCP) et sur la plateforme carbonatée des Apennins (ACP ; Frijia *et al.*, 2015) à travers l'intervalle Cénomanién supérieur – Turonien moyen, comparée aux fluctuations de température reconstruites. Les bio-événements des foraminifères dans l'ACP sont d'après Frijia *et al.* (2015). D'après De Křizová *et al.* (2025).

**Les principaux objectifs** de ce volet sont :

- 1) Construire, pour la première fois, une courbe de paléo-température des eaux de surface pour l'ensemble du Crétacé, grâce à l'utilisation des *Clumped isotopes*, sur des coquilles de rudistes, d'huîtres et de Brachiopodes, à partir de sections clés de la Téthys occidentale (Provence, Croatie, Espagne, Oman, Tunisie), dans un cadre stratigraphique à haute résolution ;
- 2) Utiliser les estimations absolues des paléo-températures via les *Clumped* et, en combinaison avec les mesures de  $\delta^{18}O$ , déduire la composition isotopique en oxygène de l'eau de mer à partir de laquelle les rudistes et huîtres ou brachiopodes étudiés ont précipité leurs coquilles ;
- 3) Sur les spécimens les mieux préservés, tester et reconstruire à très haute résolution des profils sclérochronologiques des variations saisonnières de la paléotempérature ;
- 4) Coupler l'évolution de la composition et de la biodiversité des faunes de rudistes dans l'intervalle stratigraphique analysé, et comparer ces enregistrements avec les fluctuations de paléo-température observées.

### Approche méthodologique et actions envisagées

Pour lever ces verrous, ce projet de thèse s'appuiera sur une approche intégrant plusieurs méthodes analytiques :

1. **l'utilisation et la valorisation des collections** uniques mondialement reconnues de rudistes, bivalves et autres organismes benthiques (Collections Masse, Philip, Floquet etc..) conservées au **Musée de Paléontologie d'AixMarseille Université (AMU-CEREGE)** ;
2. Analyses **pétrographiques, en microscopie optique et cathodoluminescence**, au M.E.B, Confocal afin de cibler les phases les mieux préservées ;
3. Des cartes élémentaires en **micro-XRF (MATRIX)** ou en **ICP-MS (ENVITOP)** pourront être réalisées pour les études à haute résolution sur les aspects sclérochronologiques ;
4. **Datations U–Pb sur phases carbonatées précoces** : ces datations seront réalisées sur des phases carbonatées précoces (plateforme ENVITOP ; P. Deschamps, A. Guihou) – des analyses complémentaires de Strontium seront réalisés sur les phases les mieux préservées ;

5. **Analyses isotopiques.** Des mesures des isotopes stables du carbone et de l'oxygène seront réalisées sur des carbonates marins bien préservés (phases diagenétiques précoces, coquilles d'organismes bien préservés) prélevés au Micromill du CEREGE (collaboration avec Christelle Claude) à des fins chemostratigraphiques et paléoenvironnementales (plateforme PANISS; et collaboration A. Licht) ;
6. **Analyses géochimiques de type *Clumped isotopes*,** développées au CEREGE sur la plateforme PANISS; et collaboration A. Licht).

### Environnement du coût de thèse

L'environnement du projet de thèse sera entièrement financé sur fond propre (Ligne Budgétaire Protisvalor CR2222JBTOTD2 - Léonide).

Estimation des coûts de thèse : 37 k€

- Consommables et équipements, préparation des échantillons sur lames minces : 2 k€
- Microscopie (cathodoluminescence, MEB, Confocal) 2 k€
- Géochronologie (U-Pb / LA-ICP-MS) : 10 k€
- Géochimie (isotopie + Clumped isotopes) : 10 k€
- Géochimie (micro-XRF) : 1 k€
- Consommable micromill : 0.5 k€ - Ordinateur étudiants : 1.5 k€ - Frais de publications : 2 k€).
- Frais de missions, déplacement si terrain nécessaire, participation à des conférences, étudiants et encadrants 8 k€

Détail du Programme finançant la recherche\* : L'environnement du projet de thèse sera entièrement financé sur fond propre (Ligne Budgétaire Protisvalor CR2222JBTOTD2 - Léonide)

### Références bibliographiques

- Aguirre Palafox, L. E., Mller, A., McLean, N. M., Ludvigson, G. A., Colombi, C. E., & Montañez, I. P. (2024). U-Pb geochronology of paleosol carbonate cements by LA-ICP-MS: A proof of concept and strategy for dating the terrestrial record. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 25, e2024GC011488. <https://doi.org/10.1029/2024GC011488>
- Beaudoin, N., Lacombe, O., Roberts, N. M. & Koehn, D. U-Pb dating of calcite veins reveals complex stress evolution and thrust sequence in the Bighorn Basin, Wyoming, USA. *Geology* 46, 1015–1018 (2018).
- Bice, K.L., Birgel, D., Meyers, P.A., Dahl, K.A., Hinrichs, K.-U., Norris, R.D., 2006. A multiple proxy and model study of Cretaceous upper ocean temperatures and atmospheric CO2 concentrations: CRETACEOUS MULTIPLE PROXY STUDY.
- Bornemann, A., Norris, R.D., Friedrich, O., Beckmann, B., Schouten, S., Sinningh Damsté, J.S., Vogel, J., Hofmann, P. & Wagner, T. (2008) Isotopic evidence for glaciation during the Turonian. *Science*, 319, 189–192.
- Brigaud, B., Bonifacie, M., Pagel, M., Blaise, T., Calmels, D., Haurine, F., and Landrein, P.: Past hot fluid flows in limestones detected by  $\Delta 47$ -(U-Pb) and not recorded by other geothermometers. *Geology*, 9(48), 851-856, <https://doi.org/10.1130/g47358.1>, 2020.
- Brigaud, B., Andrieu, S., Blaise, T., Haurine, F. and Barbarand, J. (2021), Calcite uranium–lead geochronology applied to hardground lithification and sequence boundary dating. *Sedimentology*, 68: 168-195. <https://doi.org/10.1111/sed.12795>
- Burgener, L., Hyland, E., Reich, B.J., Scotese, C., 2023. Cretaceous climates: Mapping paleo-Köppen climatic zones using a Bayesian statistical analysis of lithologic, paleontologic, and geochemical proxies. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 613, 111373 <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2022.111373>.
- Burke, K. D., Williams, J. W., Chandler, M. A., Haywood, A. M., Lunt, D. J., and Otto-Bliessner, B. L.: 2018 Pliocene and Eocene provide best analogs for near-future climates, *P. Natl. Acad. Sci.*, 115, 13288–13293, <https://doi.org/10.1073/pnas.1809600115>,
- Cermeño, P., García-Comas, C., Pohl, A., Williams, S., Benton, M. J., Chaudhary, C., Le Gland, G., Müller, R. D., Ridgwell, A., and Vallina, S. M.: Post-extinction recovery of the Phanerozoic oceans and biodiversity hotspots, *Nature*, 607, 507–511, <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04932-6>, 2022.
- Clarke, A.: The thermal limits to life on Earth, *International Journal of Astrobiology*, 13, 141–154, <https://doi.org/10.1017/S1473550413000438>, 2014.
- Clarke, L.J., Jenkyns, H.C., 1999. New oxygen isotope evidence for long-term Cretaceous climatic change in the Southern Hemisphere. *Geol* 27, 699. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1999\)027<0699:NOIEFL>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1999)027<0699:NOIEFL>2.3.CO;2).
- Compton, T. J., Rijkenberg, M. J. A., Drent, J., and Piersma, T.: Thermal tolerance ranges and climate variability: A comparison between bivalves from differing climates, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 352, 200–211, <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.07.010>, 2007.
- Coogan, L.A., Parrish, R.R., and Roberts, N.M.W., 2016, Early hydrothermal carbon uptake by the upper oceanic crust: Insight from in situ U-Pb dating: *Geology*, v. 44, p. 147–150, <https://doi.org/10.1130/G37212.1>.
- de Winter, N.J., Müller, I.A., Kocken, I.J., Thibault, N., Ullmann, C.V., Farnsworth, A., Lunt, D.J., Claeys, P., Ziegler, M., 2021. Absolute seasonal temperature estimates from clumped isotopes in bivalve shells suggest warm and variable greenhouse climate. *Commun. Earth Environ.* 2, 121. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00193-9>.
- de Winter, N. J., al Fudhaili, N., Arndt, I., Claeys, P., Fraaije, R., Goderis, S., Jagt, J., López Correa, M., Munnecke, A., Stolarski, J., and Ziegler, M.: Living on the edge: Response of Late Cretaceous rudist bivalves (Hippuritida) to hot and highly seasonal climate in the low-latitude Saiwan site, Oman. *Clim. Past*, 21, 2361–2387, <https://doi.org/10.5194/cp-21-2361-2025>, 2025.
- Dowsett, H. J., Foley, K. M., Stoll, D. K., Chandler, M. A., Sohl, L. E., Bentsen, M., Otto-Bliessner, B. L., Bragg, F. J., Chan, W.-L., Contoux, C., Dolan, A. M., Haywood, A. M., Jonas, J. A., Jost, A., Kamae, Y., Lohmann, G., Lunt, D. J., Nisancioglu, K. H., Abe-Ouchi, A., Ramstein, G., Riesselman, C. R., Robinson, M. M., Rosenbloom, N. A., Salzmann, U., Stepanek, C., Strother, S. L., Ueda, H., Yan, Q., and Zhang, Z.: Sea Surface Temperature of the mid-Piacenzian Ocean: A Data-Model Comparison, *Sci. Rep.*, 3, 2013, <https://doi.org/10.1038/srep02013>, 2013.
- Floquet, M., Philip, J., Léonide, P., Gari, J., 2006. Sédimentation et Géodynamique du Bassin Sud-Provençal au Crétacé Supérieur (Field Trip Guide). Université de Provence / Aix-Marseille I, Marseille 69pp (in French).
- Friedrich, O., Norris, R.D., Erbacher, J., 2012. Evolution of middle to late Cretaceous oceans—a 55 m.y. record of Earth's temperature and carbon cycle. *Geology* 40, 107–110. <https://doi.org/10.1130/G32701.1>.
- Frijia, G., Parente, M., Di Lucia, M., Mutti, M., 2015. Carbon and strontium isotope stratigraphy of the Upper Cretaceous (Cenomanian-Campanian) shallow-water carbonates of southern Italy: Chronostratigraphic calibration of larger foraminifera biostratigraphy. *Cretac. Res.* 53, 110–139. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2014.11.002>.
- Galeotti, S., Rusciadelli, G., Sprovieri, M., Lanci, L., Gaudio, A., Pekar, S., 2009. Sea-level control on facies architecture in the Cenomanian–Coniacian Apulian margin (Western Tethys): A record of glacio-eustatic fluctuations during the Cretaceous greenhouse? *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 276, 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.03.011>.
- Godeau, N., Deschamps, P., Guihou, A., Léonide, P., Tendil, A., Gerdes, A., Hamelin, B. and Girard, J-P. 2018. U-Pb dating of calcite cement and diagenetic history in microporous carbonate reservoirs: Case of the Urgonian Limestone, France. *Geology*, v. 46; no. 3; p. 247–250 ;
- Hay, W.W., 2008. Evolving ideas about the Cretaceous climate and ocean circulation. *Cretac. Res.* 29, 725–753. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2008.05.025>.
- Hay, W.W., Floegel, S., 2012. New thoughts about the Cretaceous climate and oceans. *Earth Sci. Rev.* 115, 262–272. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.09.008>.

- Haq, B.U., 2014. Cretaceous eustasy revisited. *Glob. Planet. Chang.* 113, 44–58. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.12.007>.
- Huber, B.T., Norris, R.D., MacLeod, K.G., 2002. Deep-sea paleotemperature record of extreme warmth during the Cretaceous. *Geology* 30, 123. [https://doi.org/10.1130/00917613\(2002\)030<0123:DSPROE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/00917613(2002)030<0123:DSPROE>2.0.CO;2).
- Huber, B.T., MacLeod, K.G., Watkins, D.K., Coffin, M.F., 2018. The rise and fall of the Cretaceous Hot Greenhouse climate. *Glob. Planet. Chang.* 167, 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.04.004>.
- Huck, S., Heimhofer, U., 2021. Early Cretaceous sea surface temperature evolution in subtropical shallow seas. *Sci. Rep.* 11, 19765. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99094-2>
- Huyghe, D., Merle, D., Lartaud, F., Cheype, E., and Emmanuel, L.: 2012 Middle Lutetian climate in the Paris Basin: implications for a marine hotspot of paleobiodiversity, *Facies*, 58, 587–604
- Hippolyte, J.-C. *et al.*, 2024. U–Pb calcite dating reveals the origin of a 600 km-long intraplate fault: The Balcones Fault System of Texas in Terra Nova : <http://doi.org/10.1111/ter.12734>
- IPCC, 2023 - Synthesis Report Of The IPCC Sixth Assessment Report (AR6), Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Ivany, L. C. (2012) Reconstructing paleoseasonality from accretionary skeletal carbonates - challenges and opportunities, *The Paleontological Society Papers*, 18, 133–166 Jones, D.S., Fike, D.A. & Finnegan, S. (2022) Climate extremes and biological responses. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 50, 511–541.
- Křížová, B. Consorti, L. Cardelli, S. Schmitt, K.E. Brombin, V. Franceschi, M. Tunis, G. Bonini, L. Frijia G. 2024. Late Cretaceous (Cenomanian-Turonian) temperature evolution and biotic response in the Adriatic Carbonate Platform region of Friuli, northeast Italy, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Volume 637, , 111995, ISSN 0031-0182, <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111995>.
- Li, Q., Parrish, R.R., Horstwood, M.S.A., and McArthur, J.M., 2014, U-Pb dating of cements in Mesozoic ammonites: *Chemical Geology*, v.376, p. 76–83, <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2014.03.020>.
- MacLeod, K.G., Huber, B.T., Berrococo, A.J., Wendler, I., 2013. A stable and hot Turonian without glacial  $\delta^{18}\text{O}$  excursions is indicated by exquisitely preserved Tanzanian foraminifera. *Geology* 41, 1083–1086. <https://doi.org/10.1130/G34510.1>.
- McCormick, C.A., Corlett, H., Roberts, N.M.W. *et al.* U-Pb geochronology reveals that hydrothermal dolomitization was coeval to the deposition of the Burgess Shale lagerstätte. *Commun Earth Environ* 5, 318 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01429-0>
- Mangenot, X., Gasparrini, M. Gerdes, A., Bonifacie, M., Rouchon, V (2018), An emerging thermochronometer for carbonate-bearing rocks:  $\Delta 47$ /(U-Pb): *Geology*, v. 46, p. 1067–1070, <https://doi.org/10.1130/G45196.1>
- Masse, J.-P., 1976. Les calcaires urgoniens de Provence (Valanginien-Aptien inférieur). *Stratigraphie, paléontologie, les paléoenvironnements et leur évolution*. Thèse Université Aix-Marseille-II (445 pp.).
- Masse, J.-P., 1993. Valanginien–Early Aptian carbonate platform from Provence, Southeastern France. In: Simo, J.A., Scott, R.W., Masse, J.-P. (Eds.), *Cretaceous Carbonate Platforms*. A.A.P.G. Memoir, 56, pp. 363–374.
- Masse, J.-P., Fenerci-Masse, M., 2006. Carbonate production by rudist bivalves. The record of late Barremian requieniid communities from Provence (SE France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 234, 239–257.
- Masse, J.-P., Fenerci, M., Pernaic, E., 2003. Palaeobathymetric reconstruction of peritidal carbonates. The Late Barremian, Urganian sequences of Provence (SE France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 200, 65–81.
- Miller, K.G., Sugarman, P.J., Browning, J.V., Komins, M.A., Olsson, R.K., Feigenson, M. D., Hernandez, J.C., 2004. Upper Cretaceous sequences and sea-level history, New Jersey Coastal Plain. *Geo. Soc. Am. Bull.* 116, 368. <https://doi.org/10.1130/B25279.1>.
- Nuriel, P., Weinberger, R., Kylander-Clark, A.R.C., Hacker, B.R., and Craddock, J.P., 2017, The onset of the Dead Sea transform based on calcite age-strain analyses: *Geology*, v. 45, p. 587–590, <https://doi.org/10.1130/G38903.1>.
- O'Brien, C.L., Robinson, S.A., Pancost, R.D., Sinnighe Damsté, J.S., Schouten, S., Lunt, D.J., Alsenz, H., Bornemann, A., Bottini, C., Brassell, S.C., Farnsworth, A., Forster, A., Huber, B.T., Inglis, G.N., Jenkyns, H.C., Linnert, C., Littler, K., Markwick, P., McAnena, A., Mutterlose, J., Naafs, B.D.A., Püttmann, W., Sluijs, A., van Helmond, N.A.G.M., Vellekoop, J., Wagner, T., Wrobel, N.E., 2017. Cretaceous sea-surface temperature evolution: Constraints from TEX86 and planktonic foraminiferal oxygen isotopes. *Earth Sci. Rev.* 172, 224–247. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.07.012>.
- O'Connor, L.K., Robinson, S.A., Naafs, B.D.A., Jenkyns, H.C., Henson, S., Clarke, M., Pancost, R.D., 2019. Late Cretaceous Temperature Evolution of the Southern High Latitudes: a TEX 86 Perspective. *Paleoceanogr. Paleoclimatol.* 34, 436–454. <https://doi.org/10.1029/2018PA003546>.
- O'Hara, H. E., Petersen, S. V., Vellekoop, J., Jones, M. M., and Scholz, S. R. 2022: Clumped-isotope-derived climate trends leading up to the end-Cretaceous mass extinction in northwestern Europe, *Clim. Past*, 18, 1963–1982, <https://doi.org/10.5194/cp-18-1963-2022>,
- Parente, M., Frijia, G., Di Lucia, M., Jenkyns, H.C., Woodfine, R.G., Baroncini, F., 2008. Stepwise extinction of larger foraminifers at the Cenomanian/Turonian: a shallow-water perspective on nutrient fluctuations during Oceanic Anoxic Event 2 (Bonarelli Event). *Geology* 39, 715–718.
- Philip, J., 1970. Les formations calcaires à Rudistes du Crétacé supérieur Provençal et Rhodanien. Unpubl. Thesis, Univ. Provence, Marseille, France. 438 pp.
- Philip J. Paléocologie des formations à rudistes du Crétacé supérieur: l'exemple du Sud-Est de la France. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 1972;12:205– 22.
- Petrisso, M.R., Amaglio, G., Watkins, D.K., MacLeod, K.G., Huber, B.T., Hasegawa, T., Wolfgring, E., 2022. Biotic and Paleocceanographic changes across the late Cretaceous Oceanic Anoxic Event 2 in the Southern High Latitudes (IODP Sites U1513 and U1516, SE Indian Ocean). *Paleoceanogr. Paleoclimatol.* 37 <https://doi.org/10.1029/2022PA004474>
- Pohl, A., Laugié, M., Borgomano, J., Michel, J., Lanteaume, C., Scotese, C.R., Frau, C., Poli, E., Donnadieu, Y., 2019. Quantifying the paleogeographic driver of Cretaceous carbonate platform development using paleoecological niche modeling. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 514, 222–232. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.10.017> Price, G.D. (1999) The evidence and implications of polar ice during the Mesozoic. *Earth-Science Reviews*, 48, 183–210.
- Pucéat, E., Lécuyer, C., Donnadieu, Y., Naveau, P., Cappetta, H., Ramstein, G., Huber, B. T., Kriwet, J., 2007. Fish tooth  $\delta^{18}\text{O}$  revising late Cretaceous meridional upper ocean water temperature gradients. *Geology* 35, 107. <https://doi.org/10.1130/G23103A.1>.
- Rineau, V., Floquet, M., Villier, L., Léonide, P., Blénet, A., Ackouala Mfere, A-P. 2021. Ecological successions of rudist communities: A sedimentological and palaeoecological analysis of upper Cenomanian rudist assemblages from the South-Provence Carbonate Platform (SE France) *Sedimentary Geology* 424
- Roberts, N.M.W., and Walker, R.J., 2016, U-Pb geochronology of calcite-mineralized faults: Absolute timing of rift-related fault events on the northeast Atlantic margin: *Geology*, v. 44, p. 531– 534, <https://doi.org/10.1130/G37868.1>.
- Rocca, M., Zanchetta, S., Gasparrini, M., Mangenot, X., Berra, F., Deschamps, P., Guihou, A., & Zanchi, A. (2024). U-Pb carbonate dating reveals long-lived activity of proximal margin extensional faults during the Alpine Tethys rifting. *Terra Nova*, 36, 347–357. <https://doi.org/10.1111/ter.12717>
- Schmitt, K. E., Huck, S., Krummacker, M., de Winter, N. J., Godet, A., Claeys, P., and Heimhofer, U.: Radiolitic rudists: an underestimated archive for Cretaceous climate reconstruction?, *Lethaia*, 55, 1–21, <https://doi.org/10.18261/let.55.4.4>, 2022.
- Scotese, C.R., Song, H., Mills, B.J.W., van der Meer, D.G., 2021. Phanerozoic paleotemperatures: the earth's changing climate during the last 540 million years. *Earth Sci. Rev.* 215, 103503 <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103503>.
- Song, Haijun, Kemp, D.B., Tian, L., Chu, D., Song, Huyue, Dai, X., 2021. Thresholds of temperature change for mass extinctions. *Nat. Commun.* 12, 4694. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25019-2>.
- Song, Haijun, Wignall, P.B., Song, Huyue, Dai, X., Daoliang, C., 2019. Seawater temperature and dissolved oxygen over the past 500 million years. *J. Earth Sci.* 30, 236–243. <https://doi.org/10.1007/s12583-018-1002-2>.
- Steuber, T., 1999. Isotopic and chemical intra-shell variations in low-Mg calcite of rudist bivalves (Mollusca-Hippuritacea): disequilibrium fractionations and late Cretaceous seasonality. *Int. J. Earth Sci.* 88, 551–570. <https://doi.org/10.1007/s005310050284>
- Steuber, T., 2003. Strontium isotope stratigraphy of Cretaceous hippuritic rudist bivalves: rates of morphological change and heterochronic evolution. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 200, 221–243. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00452-8](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00452-8).
- Steuber, T., Rauch, M., Masse, J.-P., Graaf, J., Malkoc, M., 2005. Low-latitude seasonality of Cretaceous temperatures in warm and cold episodes. *Nature* 437, 1341–1344. <https://doi.org/10.1038/nature04096>.
- Steuber, T., Loser, H., Mutterlose, J., Parente, M., 2023. Biogeodynamics of Cretaceous marine carbonate production. *Earth Sci. Rev.* 238, 104341 <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104341>.
- Walliser, E.O., Schone, B.R., 2020. Paleocceanography of the late Cretaceous northwestern Tethys Ocean: Seasonal upwelling or steady thermocline? *PLoS One* 15, e0238040. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238040>.

## Directeur(s) de thèse proposé(s)\*

(limiter au plus à deux personnes principales, dont au moins une titulaire de l'HDR)

## Directeur HDR proposé\*

Nom - Prénom : Léonide Philippe (Inscription HDR en cours Mars 2026- Soutenance Juin -Sept 2026) Corps : MCF

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

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

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

**Barbier, M.**, Borgomano, J., **Léonide, P.**, Massonnat, G., Danquigny, C., Lesueur, J-L. (2025) . Quantitative Sequence Stratigraphy applied to the Barremian - lower Aptian Urgonian Carbonates deposited in Provence (SE France). AAPG Bulletin, v. 109, no. 4 (April 2025), pp. 467–496

Fournier, F., **Léonide, P.**, Marié, L., Quillévéré, F., Margerel, J-P., Miholjek, I., Dugonjić, P., Carre, M-B., Cavassa, L., Morsilli, M., Boetto, G. (2024) Provenance of the ballast stones from the Roman Republican ship Ilovik-Paržine 1: A hypothesis about its place of construction, Journal of Archaeological Science: Reports, Volume 57, 2024, 104580, ISSN 2352-409X, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104580>

**Aubert, I.**, **Bitault, H.**, **Léonide, P.** Fournier, F., Godeau, N. Lamarche, J. Deschamps, P., Corrêa, M. Marié, L. 2023. Effect of normal fault activity on carbonate reservoir diagenetic evolution (Urgonian facies, SE France), Marine and Petroleum Geology, Volume 158, Part B, 2023, 106546, ISSN 0264-8172, <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2023.106546>

Godeau, N., Deschamps, P., Guihou, A., **Léonide, P.**, **Tendil, A.**, Gerdes, A., Hamelin, B. and Girard, J-P. 2018. U-Pb dating of calcite cement and diagenetic history in microporous carbonate reservoirs: Case of the Urgonian Limestone, France. **Geology**, v. 46; no. 3; p. 247–250 ;

**Léonide, P.**, Fournier, F., Reijmer, J.J.G., Vonhof, H., Borgomano, J., Dijk, J., Rosenthal, M., van Goethem, M., Cochard, J., Meulenaars, K., 2014. Diagenetic patterns and pore space distribution along a platform to outer-shelf transect (Urgonian limestone, Barremian-Aptian, SE France), **Sedimentary Geology**, 306, 1-28

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

Nom : Ruttyl Lilas

Intitulé : Elaboration d'un projet pilote de cartographie géologique et hydraulique d'infiltrabilité de la métropole Aix-Marseille Provence

Type d'allocation : bourse Métropole Marseille Provence Date

de début de l'allocation de doctorat : 13/03/2024 Date de

soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : bourse Métropole Marseille Provence Situation

actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

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

Nom : Wilk Stanislas

Intitulé : Characterization of the geometry and heterogeneity of sedimentary bodies in the Urgonian carbonate platform of Provence (Southeast France)

Type d'allocation : Contrat Prostivalor

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/09/2019

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 06/2026

Programme finançant la recherche : Projet collaboration scientifique Albion - Protisvalor Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

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

Nom : Namongo-Soro Paul

Intitulé : Role de la stratonomie et de la mécanique sur la propagation et la géométrie des fractures diffuse dans les roches sédimentaires Type d'allocation : EDSE

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/09/2019

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 31/01/2025

Programme finançant la recherche : Projet Prostivalor Lamarche

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

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

### **Autre directeur proposé (éventuellement)\***

Nom - Prénom : Fournier François

Corps : MCF HC, HDR

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

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

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

**Fournier, F.**, Léonide, P., Marié, L., Quilleveré, F., Margerel, J.-P., Miholjek, I., Dugonjič, P., Carre, M.-B., Cavassa, L., Morsilli, M., Boetto, G., 2024. Provenance of the ballast stones from the Roman Republican ship Ilovik-Paržine 1: A hypothesis about its place of construction. *Journal of Archaeological Science: Reports* 57, 104580.

**Roemers, E. Fournier, F.**, Viseur, S., et *al.*, 2024. The anatomy and stacking pattern of palustrine-dominated carbonate sequences from the Cengle Plateau, Paleocene, SE France: A multi-scalar approach. *Sedimentary Geology*, 470, 106690.

**Fournier, F.**, **Quass, A.**, Rochette, P., Bromblet, P., Léonide, P., Conesa, G., Marié, L., Boularand, S., D'Ovidio, A.-M., Vigie, B., Del Furia, L., **Lemke, A.L.**, **Niaissa, T.**, **Tendil, A.**, Fleury J., 2023, Provenance of sculptural limestones in protohistoric Provence (SE France): insights from carbonate rock petrography and stable isotope geochemistry. *Journal of Archaeological Science : Reports*, 48, 103922.

**Fournier, F.**, **Teillet, T.**, Licht, A., Borgomano, J., Montaggioni, L., 2024. Eocene-Oligocene large-scale circulation of the East Asian summer monsoon recorded in neritic carbonates of the proto-South China Sea. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 633, 11883.

**Semmani, N.**, **Fournier, F.**, Suc, J.-P., Fauquette, S., Godeau, N., Guihou, A., Popescu, S.-M., MelinteDobrinescu, M., Thomazo, C., Marié, L., Deschamps, P., Borgomano, J., 2023. The Paleogene continental basins from SE France: New geographic and climatic insights from an integrated approach. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 615, 111452.

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

Nom : Sananda Dector

Intitulé : **Caractérisation et provenance des matériaux calcaires du mobilier lapidaire en Provence de la Protohistoire au Moyen-Âge : développement d'une méthodologie et implications pour l'archéologie et le patrimoine.**

Type d'allocation : bourse inter-ED

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/10/2025

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : en cours

Programme finançant la recherche : CICRP, fonds propres Situation

actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50 % (co-direction : H. Aurigny, CCJ)

Nom : **Lilas Rutty**

Intitulé : **Elaboration d'un projet pilote de cartographie géologique et hydraulique d'infiltrabilité de la métropole Aix-Marseille Provence**

Type d'allocation : bourse Métropole Aix-Marseille Provence

Date de début de l'allocation de doctorat : 13/03/2024

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : thèse en cours

Programme finançant la recherche : bourse Métropole Aix-Marseille Provence Situation

actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50% (co-direction : P. Léonide)

Nom : **Eduardo Roemers de Oliveira**

Intitulé : **Détection et analyse quantitative de corps géologiques à partir de modèles numériques d'affleurements (DOM's - DigitalOutcrop Models): applications à la modélisation d'analogues de gisements de pétrole et gaz.**

Type d'allocation : bourse industrielle (PETROBRAS)

Date de début de l'allocation de doctorat : 12/2021

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : thèse en cours

Programme finançant la recherche : PETROBRAS (financement sur 4 ans) Situation

actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50% (co-direction : S. Viseur)

Nom : **Nazim Semmani**

Intitulé : **Etude des archives sédimentaires du bassin paléogène de Camargue: implications paléoclimatiques et paléogéographiques**

Type d'allocation : bourse ministérielle (Handicap)

Date de début de l'allocation de doctorat : 11/2018

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 19/09/2022

Programme finançant la recherche : « Carb3e : Carbonate geosciences : energy, environment, education »

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

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50% (co-direction : J. Borgomano)