

Proposition de sujet de thèse 2022

Sujet de doctorat proposé :

Évolutions de la mégafaune et des conditions climatiques au Pléistocène supérieur en Occitanie

Encadrants : Devièse Thibaut, deviese@cerege.fr
Bard Edouard, bard@cerege.fr

Laboratoire : CEREGE – équipe Climat

Tableau récapitulatif du sujet :

Candidat(e)	
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	Devièse Thibaut (HDR, mai 2022) Bard Edouard
Laboratoire	CEREGE
Programme finançant la recherche	Voir page 4/6

Sujet de doctorat proposé

Intitulé :

Évolutions de la mégafaune et des conditions climatiques au Pléistocène supérieur en Occitanie

Descriptif :

Etat de l'art et problématique

Depuis la fin du Pléistocène, le continent européen a été le théâtre de multiples bouleversements environnementaux. Une série d'événements climatiques abruptes (événements Dansgaard – Oeschger (DO) et événements de Heinrich (H)) ont notamment affecté les conditions environnementales de manière variée régionalement et temporellement (e.g. [1-3]). Cette même période présente aussi d'importants changements concernant la biodiversité et en particulier pour la mégafaune [4]. Or, à l'heure actuelle, **le manque significatif de données chronométriques nous empêche de produire des modèles spatio-temporels fiables pour l'évolutions des mégafaunes en Europe** [5]. De surcroît, plusieurs études récentes, dont celles réalisées par Thibaut Devièse, ont démontré qu'environ 50% des datations au radiocarbone publiées sur les ossements paléolithiques, obtenues avec des protocoles moins robustes que ceux actuels, sont erronées, souvent de plusieurs milliers d'années (e.g. [6-13]). Cela rend impossible **la synchronisation des données sur la mégafaune avec les enregistrements paléoenvironnementaux afin d'identifier d'éventuelles connections.**

La France, et en particulier l'Occitanie, représente une aire particulièrement intéressante pour ce type de recherches. En effet, il s'agit d'une zone de passage entre l'Europe du Nord et la péninsule ibérique. Cette dernière est souvent considérée comme une zone dite de « refuge » pour les dernières populations néandertaliennes et pour certaines espèces animales [5]. De plus, de nombreux sites archéologiques correspondant à la période d'intérêt y sont présents et contiennent un riche matériel archéologique.

Dans le cadre de cette thématique de recherche, **la thèse proposée aura pour objectif d'élucider comment les changements climatiques majeurs et répétés du Pléistocène supérieur ont impacté les mégafaunes en Occitanie.**

Afin d'avoir une vision la plus large possible, les espèces qui seront étudiées appartiennent à différents groupes de régime alimentaire (carnivore avec l'hyène, herbivores avec le cheval et le renne et enfin omnivores avec les ours), et présentent des caractéristiques physiologiques et comportementales spécifiques (espèces hivernantes, à comportements sociaux complexes, à instinct grégaire). Pour ce faire, cette thèse, qui reposera principalement sur la datation au radiocarbone de restes fauniques, se développera autour de **deux sites majeurs du sud de la France, sous influences méditerranéennes**, mais situés dans des environnements distincts : Le Portel et Tournal.

Matériel

➤ *Site du Portel (Loubens, France)*

Le site du Portel, situé au nord des Pyrénées en Ariège, est constitué d'une grotte ornée (Portel-Est) et d'une cavité (Portel-Ouest). Les fouilles dans la partie ouest du site ont livré un matériel faunique et lithique abondant contemporain du Paléolithique moyen et supérieur ainsi que 33 restes Néandertaliens [14]. L'archéo-séquence a livré des niveaux d'occupations où s'alternent Carnivores (hyène/ours) et populations humaines tandis que d'autres ont un cachet nettement plus anthropique. Pour l'heure, des datations U-Th (uranium-thorium) et RPE (résonance paramagnétique électronique) placent les couches moustériennes de 44.4 ± 6.6 ka BP à 39.1 ± 5.8 ka BP et les couches supérieures jusque 23.1 ± 3.5 ka BP [15]. Ces dates sont très imprécises et des datations au radiocarbone sont en cours au CEREGE afin de commencer à affiner la chronologie de ce site exceptionnel.

➤ *Site de Tournal (Bize-Minervois, France)*

La grotte Tournal, découverte par P. Tournal dès 1826, est située sur les contreforts de la Montagne Noire. Les dernières campagnes de fouilles systématiques entreprises par A. Tavoso ont livré une archéo-séquence dont les niveaux, très riches en matériel, sont corrélés aux MIS 3 et 2 (cultures moustérienne, aurignacienne et magdalénienne). Les occupations sont mixtes Homme/Carnivores (hyène/ours), en alternance, pendant le MIS 3 et anthropiques au MIS 2. Le couple cheval/renne est dominant chez les ongulés sur toute la séquence, tandis que les Carnivores sont abondants dans les niveaux du MIS 3. Les principaux niveaux de l'archéo-séquence ont également livré des restes humains (*Néandertaliens* et *Homo sapiens*) [16].

Approche méthodologique

➤ *Datation radiocarbone des ossements de mégafaune sur le système AMS AixMICADAS*

Les ossements de mégafaune sélectionnés seront datés au CEREGE dans l'unité du radiocarbone. Pour cela, une première étape d'isolation et de purification de l'acide aminé hydroxyproline, qui est représentatif du collagène des ossements de mammifères, sera réalisée par chromatographie liquide sous la supervision de Thibaut Devièse, directeur de la thèse. Cette approche novatrice, récemment mise en place au CEREGE par ce dernier, permet d'effectuer des datations au niveau moléculaire afin d'en assurer la fiabilité et la précision [17]. Les échantillons

seront ensuite mesurés à l'aide du spectromètre AixMICADAS sous la supervision d'Edouard Bard, co-directeur de la thèse. Depuis l'installation du spectromètre en 2014, les développements méthodologiques ont montré la possibilité de dater des quantités d'échantillon minimales (de 5 à 50 microgrammes de carbone) grâce à la source d'ions à CO₂ gazeux [18-24]. Cette méthodologie favorise ainsi la préservation des échantillons les plus précieux de la préhistoire.

➤ **Compilation de données paléoenvironnementales et calibration**

L'étudiant.e aura aussi pour mission de compiler, dans une base de données unique, les enregistrements paléoclimatiques disponibles à proximité de la zone d'étude à terre comme en mer (Sud de la France, péninsule ibérique, golfe de Gascogne, Méditerranée occidentale). Les indicateurs géochimiques (basés sur les alcénones, les tétraéthères de diglycérol (GDGTs), le rapport Mg/Ca des foraminifères) et micropaléontologiques (pollen, chironomides, foraminifères) seront systématiquement inclus dans la base de données afin d'estimer les conditions paléoclimatiques. Pour ce travail, l'étudiant.e pourra s'appuyer sur l'expertise et les données disponibles au CEREGE, notamment pour ce qui concerne les traceurs géochimiques (e.g. [1, 3, 25, 26]).

Une échelle calendaire précise est nécessaire pour déterminer les durées séparant certains événements ou pour évaluer le chevauchement chronologique entre événements fauniques (et humains). Le groupe international IntCal, dont Edouard Bard est partenaire fondateur, a récemment publié une version plus précise de la courbe de calibration du ¹⁴C (IntCal20, [27]) qui montre clairement que le rythme de l'horloge du radiocarbone a beaucoup varié au cours de la dernière période glaciaire [28]. Toutes les données ¹⁴C seront donc (re)calibrées afin de les comparer entre elles et aux dates obtenues par d'autres méthodes (ex : U-Th). Les travaux de cette thèse bénéficieront également des derniers développements en cours dans le cadre du groupe IntCal.

➤ **Modélisation**

Les occupations des 2 sites par les différentes faunes seront modélisées à l'aide de méthodes statistiques éprouvées et innovantes (ex : estimation par noyaux (Kernel Density) ; Bayesian Radiocarbon-dated Event Count (REC) [29]), en intégrant les incertitudes sur les âges mesurés. Les modèles d'occupation des sites seront ensuite confrontés aux enregistrements paléoenvironnementaux collectés à proximité et à des simulations numériques du climat (cf. nos comparaisons données-modèles par Wegwerth *et al.* [30], Darfeuille *et al.* [25], Davtian *et al.* [3]).

Résultats attendus

Cette recherche doctorale permettra de contraindre l'impact des changements environnementaux sur la mégafaune occitane de la fin du Pléistocène. Cette période caractérisée par des changements climatiques rapides, fait écho au caractère soudain et à la vitesse de ce qui est observé dans le contexte actuel. Ce travail de thèse apportera donc également des clefs de compréhension additionnelles pour mieux aborder nos adaptations futures. Pour le CEREGE, cette thèse sera la première centrée sur l'analyse du radiocarbone ce qui permettra de poursuivre nos travaux récents appliquant cette méthode de datation à des sites préhistoriques [22-24, 31] tout en les replaçant dans le contexte des études paléoclimatiques, expertise reconnue du CEREGE depuis sa fondation.

Organisation de la thèse et diffusion des résultats

La thèse sera divisée en 4 *work-packages* répartis sur 3 ans. **WP1** : L'étudiant.e en doctorat étudiera les collections ostéologiques des deux sites archéologiques conservés au Centre Européen de Recherche en Préhistoire (Tautavel) afin de sélectionner les spécimens de faunes à (re)dater. • **WP2** : L'étudiant.e effectuera les datations au radiocarbone sur des micro-prélèvements osseux. • **WP3** : L'étudiant.e combinera les données paléoenvironnementales existantes en une base de données unique. • **WP4** : L'étudiant.e recherchera les possibles connections entre les nouvelles données chronométriques et les données paléoenvironnementales existantes en utilisant différents outils statistiques et de modélisation.

Les résultats seront présentés tout au long de la thèse dans différents supports de disséminations (scientifiques et grand public). Toutes les données générées seront également rendues disponibles en « *open access* ».

Références

1. Bard, *et al.* (2000) *Science*, 289(5483): 1321-1324. <https://doi.org/10.1126/science.289.5483.1321>
2. Bard. (2002) *Physics Today*, 55: 32-38. <https://doi.org/10.1063/1.1537910>
3. Davtian, *et al.* (2019) *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 34(4): 616-634. <https://doi.org/10.1029/2018pa003452>
4. Cooper, *et al.* (2015) *Science*, 349(6248): 602-606. <https://doi.org/10.1126/science.aac4315>
5. Stewart, *et al.* (2010) *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1682): 661-671. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1272>
6. Kosintsev, *et al.* (2019) *Nature Ecology & Evolution*, 3(1): 31-38. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0722-0>
7. Devière, *et al.* (2021) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(12): e2022466118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2022466118>
8. Prüfer, *et al.* (2021) *Nature Ecology & Evolution*. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01443-x>
9. Dinnis, *et al.* (2019) *Journal of Human Evolution*, 127: 21-40. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2018.11.012>
10. Devière, *et al.* (2019) *Nature Communications*, 10(1): 274. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-08018-8>

11. Devièse, *et al.* (2018) *Quaternary Science Reviews*, 198: 171-180.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.08.023>
12. Becerra-Valdivia, *et al.* (2018) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(27): 7000-7003.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1803624115>
13. Reynolds, *et al.* (2017) *Antiquity*, 91(360): 1435-1450. <https://doi.org/10.15184/aqy.2017.150>
14. Becam and Chevalier. (2019) *American Journal of Physical Anthropology*, 168(1): 45-69.
<https://doi.org/10.1002/ajpa.23719>
15. Tissoux, *Datation par uranium-thorium et par résonance paramagnétique électronique de quelques gisements paléolithiques du Pléistocène supérieur de Catalogne (Espagne) et du sud de la France*, in *Muséum national d'histoire naturelle*. 2004: Paris.
16. Magniez. (2009) *Journal of Taphonomy*, 7: 203-233.
17. Devièse, *et al.* (2018) *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 32: 373-379.
<https://doi.org/10.1002/rcm.8047>
18. Bard, *et al.* (2015) *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, 361: 80-86.
<https://doi.org/10.1016/j.nimb.2015.01.075>
19. Tuna, *et al.* (2018) *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, 437: 93-97.
<https://doi.org/10.1016/j.nimb.2018.09.012>
20. Fewlass, *et al.* (2018) *Radiocarbon*, 60(2): 425-439. <https://doi.org/10.1017/RDC.2017.98>
21. Fewlass, *et al.* (2019) *Scientific Reports*, 9(1): 5342. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41557-8>
22. Fewlass, *et al.* (2019) *Journal of Archaeological Science: Reports*, 27: 102000.
<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.102000>
23. Fewlass, *et al.* (2020) *Nature Ecology & Evolution*, 4(6): 794-801. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1136-3>
24. Hublin, *et al.* (2020) *Nature*, 581(7808): 299-302. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2259-z>
25. Darfeuil, *et al.* (2016) *Paleoceanography*, 31(1): 40-65. <https://doi.org/10.1002/2015pa002831>
26. Martin, *et al.* (2020) *Quaternary Science Reviews*, 228: 106109.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.106109>
27. Reimer, *et al.* (2020) *Radiocarbon*, 62(4): 725-757. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
28. Bard, *et al.* (2020) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(35): 21005-21007.
<https://doi.org/10.1073/pnas.2012307117>
29. Carleton. (2021) *Journal of Quaternary Science*, 36(1): 110-123. <https://doi.org/10.1002/jqs.3256>
30. Wegwerth, *et al.* (2015) *Geophysical Research Letters*, 42(19): 8147-8154.
<https://doi.org/10.1002/2015gl065499>
31. Capano, *et al.* (2020) *Journal of Archaeological Science*, 121: 105190. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105190>

Détail du programme finançant la recherche :

Toutes les instrumentations nécessaires à la réalisation de ce projet sont déjà disponibles au CEREGE dans l'unité radiocarbone. Le budget nécessaire à la réalisation des activités de recherche dans le cadre de cette thèse concerne donc principalement le fonctionnement (produits chimiques, consommables, énergie, etc.) et proviendra de différents projets de recherche en lien avec le sujet de cette thèse :

- le projet AMIDEX ecoScience porté par Thibaut Devièse ;
- les fonds propres de l'unité radiocarbone du CEREGE dirigée par Edouard Bard pour les mesures sur l'accélérateur AixMICADAS.

Enfin, les encadrants du projet de thèse ainsi que l'étudiant.e candidateront à d'autres financements durant le développement du projet.

Directeurs de thèse proposés :

Directeur HDR proposé

Nom - Prénom : **Devièse Thibaut**
Corps : **Maître de conférence à l'Université d'Aix-Marseille**
Laboratoire : **CEREGE**
Adresse mail : deviese@cerege.fr

Choix de cinq publications récentes

Devièse T, Abrams G, Hajdinjak M, Pirson S, De Groote I, Di Modica K, Toussaint M, Fischer V, Comeskey D, Spindler L, Meyer M, Semal P, Higham T (2021) Reevaluating the timing of Neanderthal disappearance in Northwest Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **118**(12): e2022466118. (<https://doi.org/10.1073/pnas.2022466118>)

Devièse T, Ribechini E, Querci D and Higham T (2019). "Assessing the efficiency of supercritical fluid extraction for the decontamination of archaeological bones prior to radiocarbon dating" *Analyst* **144**:6128-6135. (<https://doi.org/10.1039/C9AN00859D>)

Kosintsev P, Mitchell KJ, Devièse T, van der Plicht J, Kuitens M, Petrova E, Tikhonov A, Higham T, Comeskey D, Turney C, Cooper A, van Kolfshoten T, Stuart AJ and Lister AM (2019) " Evolution and extinction of the giant rhinoceros *Elasmotherium sibiricum* sheds light on late Quaternary megafaunal extinctions" *Nature Ecology & Evolution* **3**:31-38. (<https://doi.org/10.1038/s41559-018-0722-0>)

Devièse T, Stafford TW, Waters MR, Wathen C, Comeskey D, Becerra-Valdivia L and Higham T (2018). "Increasing accuracy for the radiocarbon dating of sites occupied by the first Americans." *Quaternary Science Reviews* **198**:171-180. (<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.08.023>)

Jacob E, Querci D, Caparros M, Barroso Ruiz C, Higham T and Devièse T (2018). "Nitrogen content variation in archaeological bone and its implications for stable isotope analysis and radiocarbon dating." *Journal of Archaeological Science* **93**:68-73. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.02.019>)

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

Nom : **Jennifer KEUTE**

Intitulé : Comprendre les relations entre subsistance, technologie céramique et environnements locaux dans l'émergence de la poterie en Asie du Nord-Est grâce à l'analyse des résidus organiques

Type d'allocation : Bourse de thèse de l'Université d'Oxford

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/10/2017

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : prévue en Mai 2022

Programme finançant la recherche : Financements internes à l'université

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

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50% (avec Anke Hein)

Nom : **Yushen HE**

Intitulé : Caractérisation et datation des matières organiques utilisées dans la construction des palais chinois

Type d'allocation : Financement du gouvernement chinois

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/10/2017

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

Programme finançant la recherche : Financements internes à l'université

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

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50 % (avec Marck Pollard)

Nom : **Eileen JACOB**

Intitulé : Etude par datation au radiocarbone de l'évolution de la mégafaune du Pléistocène tardif en réponse aux interactions humaines et aux changements climatiques

Type d'allocation : Bourse Clarindon

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/10/2016

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 23/10/2019

Programme finançant la recherche : ERC PalaeoChron

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : Data Scientist (Allstate Northern Ireland)

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50 % (avec Tom Higham)

Autre directeur proposé

Nom - Prénom : **Bard Edouard**
Corps : **Professeur au Collège de France**
Laboratoire : **CEREGE**
Adresse mail : bard@cerege.fr

Choix de cinq publications récentes

- Skinner LC, Bard E. (2022) Radiocarbon as a dating tool and tracer in palaeoceanography. *Reviews of Geophysics* 60 (1), 1-64, e2020RG000720. (<https://doi.org/10.1029/2020RG000720>)
- Heaton TJ, Bard E, Bronk Ramsey C, Butzin M, Köhler P, Muscheler R, Reimer PJ, Wacker L. (2021) Radiocarbon: a key tracer for studying the Earth's dynamo, climate system, carbon cycle and Sun. *Science* 374 (707), eabd7096 (<https://doi.org/10.1126/science.abd7096>)
- Bard E, Heaton TJ, Talamo S, Kromer B, Reimer RW, Reimer PJ. (2020) Extended dilation of the radiocarbon time scale between 40,000 and 48,000 years BP and the overlap between Neanderthals and Homo sapiens. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117 (35), 21005-21007. (<https://doi.org/10.1073/pnas.2012307117>)
- Pivot S, Baroni M, Bard E, Giraud X, ASTER Team (2019) A comparison of ³⁶Cl nuclear bomb inputs deposited in snow from Vostok and Talos Dome, Antarctica, using the ³⁶Cl/Cl⁻ ratio. *Journal of Geophysical Research* 124 (20), 10973-10988. (<https://doi.org/10.1029/2018JD030200>)
- Davtian N, Ménot G, Fagault Y, Bard E. (2019) Western Mediterranean Sea paleothermometry over the last glacial cycle based on the novel RI-OH index. *Paleoceanography and Paleoclimatology* 34, 616-634. (<https://doi.org/10.1029/2018PA003452>)

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

Nom : **Mélanie GUARDIOLA**

Intitulé : Dynamique hydroclimatique et cycle du carbone à l'Holocène dans le bassin central du Congo

Type d'allocation : ANR

Date de début de l'allocation de doctorat : 1/11/2020

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : ANR-DFG ORACLE

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

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

Nom : **Elise LUCIANI**

Intitulé : Dynamique de la mousson d'Amérique Centrale durant le Pléistocène récent : apports de l'isotopie des biomarqueurs moléculaires

Type d'allocation : MENRT

Date de début de l'allocation de doctorat : 1/10/2020

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : INSU LEFE-EC2CO

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

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

Nom : **Sébastien PIVOT**

Intitulé : Utilisation du chlore-36 dans les glaces de l'Antarctique : applications aux essais nucléaires marins et reconstructions de l'activité solaire et du champ géomagnétique passés.

Type d'allocation : MENRT

Date de début de l'allocation de doctorat : 1/10/2015

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 29/04/2019

Programme finançant la recherche : ANR VOLSOL & VANISH, EQUIPEX ASTER-CEREGE

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

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

Nom : **Nina DAVTIAN**

Intitulé : Variabilité climatique et environnementale du dernier cycle glaciaire en Méditerranée occidentale : Apports des nouveaux biomarqueurs organiques.

Type d'allocation : ENS-AMN + ATER CdF

Date de début de l'allocation de doctorat : 1/09/2015

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 08/02/2019

Programme finançant la recherche : Collège de France & BNP (CPATEMP)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : Post-doctorante à l'Université Autonome de Barcelone

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