

PROPOSITION DE SUJET POUR UN CONTRAT DOCTORAL/

Clôture des candidatures le : 25 juin 2026

<p><u>Laboratoire</u> Centre d'Études Biologiques de Chizé, UMR7372 CNRS/La Rochelle Université</p>
<p><u>Titre de la thèse</u> Réponses des écosystèmes marins austraux aux changements environnementaux révélés par les éléphants de mer</p>
<p><u>Direction de la thèse</u> directeur-trice-s (grade, HDR) et éventuels co-directeur-trice-s Christophe Guinet, DR CNRS, HDR, 50% Alice Carravieri, CR CNRS, 50%, ACT (demande en cours)</p>
<p><u>Adéquation scientifique avec les priorités de l'établissement</u> Cette thèse s'inscrit pleinement dans les axes stratégiques de La Rochelle Université relatifs à l'environnement et au littoral ainsi qu'à la biodiversité et au fonctionnement des écosystèmes. Elle vise à comprendre les réponses des écosystèmes marins austraux au changement climatique en mobilisant des approches interdisciplinaires combinant écologie, biogéochimie, écotoxicologie et biologing. Elle contribue à la production d'indicateurs biologiques permettant d'évaluer l'état de santé des océans et leurs trajectoires face aux changements globaux.</p>
<p><u>Descriptif du sujet</u> (enjeux scientifiques, applicatifs, sociétaux...) Le suivi à long terme des prédateurs marins constitue un outil puissant pour évaluer les conséquences des changements environnementaux sur les écosystèmes océaniques. Utilisées comme espèces bioindicatrices et sentinelles, ces espèces fournissent des informations intégrées sur l'état des réseaux trophiques, les modifications de leur fonctionnement et l'exposition des organismes aux contaminants environnementaux. L'océan Austral, représentant environ 20% de l'océan mondial, contribue à environ 43% de l'absorption océanique du carbone anthropique et à plus de 80% de l'absorption de chaleur par l'océan mondial (Williams et al., 2024). Cet océan joue ainsi un rôle majeur dans la régulation du climat. Cette région est cependant l'une des plus fortement affectées par les changements climatiques contemporains (Rintoul et al., 2018). Le réchauffement des eaux, les modifications de la stratification océanique et les changements des communautés phytoplanctoniques sont susceptibles d'altérer profondément le fonctionnement des réseaux trophiques marins. Ces modifications pourraient également influencer le cycle biogéochimique de contaminants tels que le mercure, dont la biodisponibilité pourrait augmenter sous l'effet combiné du réchauffement et de la diminution de l'oxygénation des eaux profondes (Cossa, 2013). Dans ce contexte, l'éléphant de mer du Sud <i>Mirounga leonina</i> constitue un modèle biologique exceptionnel. Cette espèce effectue des déplacements couvrant une vaste portion de l'océan Austral, réalise des plongées profondes et répétées, et fait l'objet d'un suivi écologique et océanographique continu aux îles Kerguelen depuis plusieurs décennies (Bailleul et al., 2010).</p>

Grâce à ces caractéristiques, les éléphants de mer agissent à la fois comme échantillonneurs naturels des conditions environnementales et comme bioindicateurs des changements affectant les réseaux trophiques austraux.

Des travaux récents menés sur la population de Kerguelen ont révélé plusieurs signaux de changement à grande échelle. Les données collectées par les éléphants de mer indiquent notamment un réchauffement rapide de l'océan Austral et une diminution de la profondeur hivernale de la couche de mélange (Azarian et al., 2024). Parallèlement, les analyses isotopiques réalisées sur plusieurs décennies montrent une diminution continue des ratios isotopiques du carbone (un indicateur des sources alimentaires) dans le sang des femelles éléphant de mer (Mestre et al., 2020 ; Séon et al., 2025). Cette tendance pourrait traduire une modification de la composition des communautés phytoplanctoniques, notamment une diminution relative de l'importance des diatomées, organismes clés à la base des réseaux trophiques marins. Toutefois, cette évolution pourrait également résulter de changements dans les habitats d'alimentation ou dans le régime alimentaire des éléphants de mer. En effet les zones de recherche alimentaire des femelles semblent s'être déplacées vers le sud au cours des dernières décennies.

L'objectif principal de cette thèse sera de déterminer l'origine et les conséquences écologiques de ces changements observés dans l'océan Austral. Pour cela, le projet combinera plusieurs approches complémentaires : données de biologging et de télémétrie, isotopes stables du carbone et de l'azote des protéines totales et des acides aminés spécifiques (dans le sang), concentrations en mercure total ainsi qu'analyse des isotopes du mercure (dans le sang). L'utilisation des isotopes d'acides aminés permettra notamment de distinguer les changements intervenant à la base des réseaux trophiques (phytoplancton) de ceux liés à l'écologie alimentaire des prédateurs. Les isotopes du mercure fourniront quant à eux des informations originales sur les sources de contamination, la structure des réseaux trophiques et la distribution spatiale des habitats exploités par les individus.

La thèse poursuivra trois objectifs scientifiques principaux : (1) caractériser les variations spatiales et temporelles des signatures isotopiques et du mercure dans le secteur indien de l'océan Austral au cours des vingt dernières années ; (2) comprendre comment les changements environnementaux et les caractéristiques individuelles influencent l'écologie alimentaire et l'exposition au mercure des éléphants de mer ; et (3) évaluer si les changements observés témoignent d'une réorganisation profonde des réseaux trophiques marins austraux en réponse au changement climatique.

Ce projet s'appuiera sur un jeu de données exceptionnel comprenant plusieurs décennies d'échantillons biologiques, plus de deux millions de plongées enregistrées et des séries temporelles environnementales uniques. Il contribuera à une meilleure compréhension des mécanismes reliant changement climatique, fonctionnement des écosystèmes marins et contamination environnementale dans l'une des régions les plus sensibles du globe.

Références bibliographiques

Azarian, C., Bopp, L., Sallée, J.-B., Swart, S., Guinet, C., & d'Ovidio, F. (2024). Marine heatwaves and global warming impacts on winter waters in the Southern Indian Ocean. *Journal of Marine Systems*, 243, 103962. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2023.103962>

BAILLEUL, F., AUTHIER, M., DUCATEZ S., ROQUET F., CHARRASSIN J.B., CHEREL Y., GUINET C. (2010) Looking at the unseen: combining animal attached remote sensing and stable isotope analyses for monitoring the foraging behaviour of a deep diving predator. *Ecography* 33: doi: 10.1111/j.1600-0587.2009.06034.x

MESTRE J, AUTHIER M, CHEREL Y, HARCOURT R, MCMAHON CR, HINDELL MA, CHARRASSIN JB, GUINET C (2020) Decadal changes in blood $\delta^{13}C$ values, at-sea distribution, and weaning mass of southern elephant seals from Kerguelen Islands. *Proc. R. Soc. B*, 20201544. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2020.1544>

Rintoul, S. R., Chown, S. L., DeConto, R. M., England, M. H., Fricker, H. A., Masson-Delmotte, V., Naish, T. R., Siebert,

M. J., & Xavier, J. C. (2018). Choosing the future of Antarctica. *Nature*, 558(7709), 233–241. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0173-4>

SEON N, ROBERT V, AUTHIER M, SCHEUBEL A., McMAHON C, HARCOURT R, HINDELL M, GUILLOU G, BUSTAMANTE P, PICARD B, GUINET C. (2025) Elephant seals as sentinels of the ongoing changes affecting the Southern Ocean: disentangling the environmental and maternal effects on pup size and conditions. *Science of Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180125>

WILLIAMS, R.G., MEIJERS, A.J.S., ROUSSENOV, V.M. et al. Asymmetries in the Southern Ocean contribution to global heat and carbon uptake. *Nat. Clim. Chang.* 14, 823–831 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02066-3>

Contexte partenarial (*cotutelle internationale, EU-CONEXUS, partenariat avec un autre laboratoire, une entreprise...*)

La thèse sera réalisée au Centre d'Études Biologiques de Chizé (CEBC-CNRS) en partenariat avec l'Institut Polaire Français (IPEV) et dans le cadre de la Zone Atelier Antarctique et Terres Australes (ZATA). Elle s'appuiera sur l'observatoire « éléphant de mer », reconnu à l'échelle nationale (labélisation des Institut Écologie et Environnement et Institut Terre et Univers du CNRS) et internationale pour le suivi à long terme des changements environnementaux de l'océan Austral. Cette thèse sera réalisée dans le cadre d'une collaboration avec le LIENSs (Paco Bustamante : plateforme isotopie et éléments traces métalliques), le laboratoire Géosciences Environnement Toulouse (David Point : isotopie du mercure) et la Station INRAE de Saint Pée sur Nivelle (Françoise Davera : Analyse de Composés Spécifique des Isotopes stables du Carbone et de l'Azote des acides aminés essentiels).

Impacts (*scientifiques, technologiques, socio-économiques, environnementaux, sociétaux...*)

Cette thèse apportera des connaissances nouvelles sur les conséquences du changement climatique sur les réseaux trophiques marins de l'océan Austral, ainsi que sur l'exposition des prédateurs supérieurs marins aux contaminants. Elle permettra d'identifier des indicateurs biologiques de l'état de santé des écosystèmes marins et d'améliorer notre compréhension des mécanismes reliant climat, biodiversité et contamination environnementale.

Les résultats contribueront à la conservation des prédateurs marins et à l'aide à la décision pour la gestion des aires marines protégées. Ils présenteront également un intérêt pour la compréhension de l'évolution des écosystèmes austraux.

Le projet mobilise des approches méthodologiques innovantes à l'interface entre écologie, biogéochimie, écotoxicologie et sciences de l'environnement, renforçant ainsi le caractère interdisciplinaire de la recherche menée à La Rochelle Université.

Programme de travail du doctorant (*tâches confiées au doctorant*)

- Exploitation de la base de données de télémétrie des éléphants de mer du Sud (plus de 2 millions de plongées enregistrées).
- Analyse de séries temporelles de données isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) et de concentrations en mercure dans le sang.
- Participation aux analyses isotopiques et écotoxicologiques réalisées au LIENSs, au GET (Toulouse) et à l'INRAE.
- Analyse des données environnementales issues de la télédétection satellitaire (chlorophylle, communautés phytoplanctoniques).
- Développement d'analyses statistiques avancées sous R (et éventuellement Python/Matlab).
- Rédaction de trois articles scientifiques internationaux et participation à des conférences nationales et internationales.
- Participation à une mission de terrain aux îles Kerguelen

Même s'il est important que le doctorant ou la doctorante participe aux dosages afin de bien maîtriser les techniques, nous privilégierons le temps consacré à l'analyse et à la valorisation des données. Pour cela des stagiaires en master et en césure pourront contribuer à la réalisation d'une partie des dosages isotopiques et du mercure, ce qui permettra aussi au doctorant ou à la doctorante de contribuer à l'encadrement de stagiaires.

Calendrier de réalisation

- Octobre 2026 : démarrage de la thèse.
- Fin 2026 – début 2027 : revue bibliographique, prise en main des bases de données et analyses complémentaires.
- 2027 : premières analyses isotopiques et écotoxicologiques ; rédaction d'un premier article scientifique.
- Fin 2027 : mission de terrain aux îles Kerguelen.
- 2028 : analyses isotopiques spécialisées et traitement des données environnementales.
- 2028-2029 : analyses intégrées, rédaction de deux articles scientifiques supplémentaires.
- Mi-2029 : rédaction du manuscrit de thèse.
- Automne 2029 : soutenance.

Accompagnement du doctorant / Fonctionnement de la thèse (*accompagnement humain, matériel, financier, en particulier pour la prise en charge du fonctionnement de la thèse et des dépenses associées*)

Le doctorant ou la doctorante bénéficiera d'un encadrement pluridisciplinaire assuré par Christophe Guinet (DR CNRS, HDR, CEBC) et Alice Carravieri (CRCN CNRS, CEBC), avec l'implication de plusieurs spécialistes de l'écologie marine, de l'isotopie et de l'écotoxicologie, notamment David Point (CR IRD, HDR, GET), Paco Bustamante (PR, HDR, LIENSs) et Nicolas Séon (post-doctorant). La thèse s'appuiera sur des infrastructures et observatoires de long terme reconnus internationalement ainsi que sur des financements déjà acquis (CNES, IPEV, SNO-MEMO, SEE-Life), garantissant l'accès aux données, aux équipements analytiques et aux missions de terrain nécessaires à la réalisation du projet.

Spécificités liées au contrat

Durant les périodes de terrain, du travail hors horaires normaux (i.e., le soir et/ou le week-end) sera nécessaire. Le doctorant ou la doctorante sera basé.e au CEBC, un laboratoire de recherche situé en milieu rural. Les grandes villes les plus proches sont Niort (30km) et La Rochelle (70km).

Profil recherché

- Titulaire d'un Master 2 de type Master Sciences pour l'environnement, mais aussi des masters d'océanographie, de biogéochimie et d'écotoxicologie.
- Intérêt fort pour l'étude et la conservation de la faune sauvage et le milieu marin
- Maîtrise du logiciel R et/ou Python/Matlab
- Compétences en analyse de larges bases de données serait un plus
- Capacités rédactionnelles
- Excellente maîtrise de l'anglais scientifique, à l'écrit comme à l'oral

Candidature

Les candidat(e)s devront transmettre un CV, une lettre de motivation en adéquation avec le sujet de thèse, les relevés de notes des deux années de Master, et le nom de deux référents aux directeurs de thèse alice.carravieri@cebc.cnrs.fr et christophe.guinet@cebc.cnrs.fr