

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Formulaire demande de financement : ARED - ISblue – Etablissement(s) - ...

pour dépôt sur le serveur [SML — TEBL \(doctorat-bretagne.ire.fr\)](http://SML — TEBL (doctorat-bretagne.ire.fr)) au format PDF

NB : ce dossier ne vous dispense pas de déposer en parallèle votre dossier sur l'extranet de la Région

Acronyme : PHENCLIM

Présentation de l'établissement porteur (bénéficiaire de l'aide régionale)

Établissement porteur du projet : UBO UBS Institut Agro Rennes

IMTA ENSTA ENIB

Ecole Doctorale : EDSML

SPI BZH SPIN MATHSTIC Bretagne Océane pour les projets ISblue

Identification du projet

Intitulé du projet	Analyse phénologique de la migration et la reproduction chez un prédateur marin apical dans le contexte du changement climatique
Nom	Cam
Prénom	Emmanuelle

Demande d'ARED

Se reporter à la notice ARED Région Bretagne et préciser :

Priorité régionale	Atténuation et ou adaptation au changement climatique
DIS	Économie maritime pour une croissance bleue
Levier thématique	Environnement, santé des océans et gestion du littoral
DIS secondaire	
Levier thématique secondaire	
Axe transversal	

Organisme de tutelle : encadrement et unité de recherche

Porteur du projet HDR

Date obtention de l'HDR	14 novembre 2005
Nom	Cam
Prénom	Emmanuelle
Adresse électronique	Emmanuelle.cam@univ-brest.fr
Tel	06 12 81 35 45
Expérience d'encadrement	7 thèses, 6 stages de Master2, 2 diplômes supérieurs universitaires, 1 diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Études, 12 Master 1

Unité de recherche

Nom de l'unité	Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin
Acronyme de l'Unité (umr xx, ...)	LEMAR (UMR 6539 UBO -IRD- CNRS – IFREMER)
Nom et prénom du responsable	Géraldine Sarthou
Le cas échéant, nom de l'équipe de recherche	Discovery
Le cas échéant, nom du responsable de l'équipe de recherche	Emma Michaud, Marie Bonnin, Gauthier Schaal

Co-directeur de thèse – si nécessaire

Nom	Reid
Prénom	Jane
Unité de recherche	Center for Biodiversity Dynamics
Etablissement de tutelle	Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norvège
Expérience d'encadrement	6 thèses en cours, 5 soutenues ces 6 dernières années

Co-encadrant (s) de thèse – si nécessaire

Nom	Acker
Prénom	Paul
Unité de recherche	Center for Biodiversity Dynamics
Etablissement de tutelle	Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norvège
Expérience d'encadrement	1 co-direction de thèse en cours

Nom	
Prénom	
Unité de recherche	
Etablissement de tutelle	
Expérience d'encadrement	

Description du projet : complément

Lieu principal de déroulement du projet en Bretagne : Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin

Lieu principal de déroulement du projet si hors Bretagne :

Libellé (attention veiller à respecter le nombre de caractères imposés par le serveur de la Région)

Résumé synthétique du projet
(2 000 caractères maximum)

L'érosion de la biodiversité presse les biologistes d'effectuer des projections de l'impact du changement climatique sur les populations sauvages. Les oiseaux marins sont au cœur du continuum terre-mer, et sont soumis à des pressions anthropiques à terre comme en mer. L'objectif de ce projet est d'étudier la réponse phénologique, sur une période de 45 ans, d'une population d'oiseau marin dont l'aire de distribution se rétracte vers le nord, plaçant le Finistère à l'extrême sud de l'aire. Les changements de 'calendrier' d'événements majeurs du cycle de vie (la phénologie) sont bien documentés en milieu terrestre (avancée des dates de migration, de reproduction), mais la situation est ambiguë chez les oiseaux marins. La phénologie est affectée par la température de l'atmosphère et de la surface des océans. Une inadéquation entre la phénologie des prédateurs et des proies peut mener à des pertes de chance (baisse de survie, de fécondité). Ces pertes de chance peuvent être atténuées si les populations répondent par plasticité phénotypique ou adaptation qui réduisent l'inadéquation entre phénotype et environnement.

Prédire l'impact à moyen terme de modifications du climat sur la viabilité des populations réclame de distinguer plasticité et micro-évolution. Ce projet mettra en œuvre des développements conceptuels récents proposant de travailler sur un trait biologique sur lequel la sélection naturelle peut agir, la 'propension' à exprimer un événement phénologique à une certaine date ('liability'). Les modèles statistiques correspondant sont développés en génétique quantitative, économétrie, ou démographie, mais pas en écologie. L'objectif est d'intégrer des modèles de génétique quantitative et de démographie pour caractériser les relations entre phénologie migratoire et reproductrice et des facteurs environnementaux affectant l'habitat de reproduction et de migration hivernale, et d'évaluer l'existence d'une base génétique héritable du trait sous-tendant la phénologie.

Hypothèses, questions posées, points de blocage, approche méthodologique, technique
(4 000 caractères maximum)

Les modèles communément utilisés pour prédire les futures aires de distribution et la viabilité des populations locales dans le contexte du changement climatique ignorent le potentiel d'adaptation des espèces, principalement à cause d'un manque de données et de la difficulté d'intégrer des techniques analytiques spécifiques de champs disciplinaires distincts (écologie, démographie, génétique quantitative). Il faut réunir 3 conditions pour étudier le caractère adaptatif d'un changement phénotypique : (i) au moins un élément caractérisant le climat doit changer au cours du temps, (ii) cet élément doit affecter un trait phénotypique, et (iii) le changement phénotypique doit conférer un avantage en termes de fitness (taux de reproduction ou survie). Si les réponses observées sont parfois adaptatives, elles ne sont pas suffisantes pour garantir la viabilité des populations étudiées. Dans ce contexte, la plus grande méta-analyse publiée en 2018 de traits phénologiques chez les oiseaux marins de tous les océans a montré une réponse faible voire inexistante à l'augmentation de la température océanique. Si la qualité des données pouvait être insuffisante, la longueur des séries temporelles a aussi été incriminée, ainsi que la méthode analytique.

Depuis 1979 un programme de marquage individuel de la mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) en mer d'Iroise a permis de récolter des données à long-terme sur la phénologie et la démographie de la population bretonne. Les individus capturés (> 20 000) ont été suivis chaque année pour déterminer les dates et événements-clé du cycle annuel, ainsi que le la fécondité annuelle de chaque individu et sa longévité. Ce programme se poursuit en 2023 afin de valoriser les efforts de capture et marquage réalisés dans le passé, et déployer des bio-loggers pour suivre la migration hivernale. Le pédigrée de la population a été établi en 2020, et possède maintenant la profondeur nécessaire pour envisager des analyses de génétique quantitative. Des analyses préliminaires ont été possibles grâce à des collaborations avec des membres de l'IUEM possédant des compétences spécifiques en matière d'extraction de données environnementales issues de bases de données. Les modèles statistiques envisagés réclament des moyens de calcul puissants, notamment le supercalculateur DATARMOR, en collaboration avec un ingénieur calcul scientifique de IUEM. Ces collaborations seront reconduites. L'estimation des paramètres des modèles et la sélection des modèles seront réalisées dans un cadre Bayésien avec le programme NIMBLE.

3 grandes questions seront posées :

- A. Les variations phénologiques de la migration et de la reproduction observées durant les dernières décennies peuvent-elles être mises en relation avec des indices climatiques caractérisant l'océan Atlantique, ou avec des mesures de conditions locales caractérisant l'environnement côtier dans la zone de reproduction ?
- B. Quelles est la relation entre la phénologie de la migration et celle de la reproduction, et quelles sont les conséquences sur la fécondité et la probabilité de survie? Comment a varié le gradient de sélection (naturelle) sur les traits phénotypiques au cours des 45 dernières années, et peut-on comprendre cette variation au regard du point A ?
- C. Quelle est l'héritabilité des traits phénologiques, et quelle est la part de la plasticité phénotypique et de la micro-évolution dans les variations phénologiques observées?

Les réponses à ces questions doivent nous permettre d'améliorer nos outils de modélisation pour réaliser des projections de l'impact du changement climatique sur la viabilité des populations d'oiseaux marins.

Keogan, K., Daunt, F.,..., & Lewis, S. 2018. Global phenological insensitivity to shifting ocean temperatures among seabirds. *Nature Climate Change* 8: 313-318.

Radchuk, V., Reed, T., ..., & Kramer-Schadt, S. 2019. Adaptive responses of animals to climate change are most likely insufficient. *Nature communications* 10: 3109.

Environnement scientifique, positionnement dans contexte régional/national/international (2 000 caractères maximum)

Ce projet s'inscrit dans la stratégie de :

L'Union Européenne en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030. Elle inclut le soutien au développement d'une économie bleue durable, dont la connaissance des océans et leurs écosystèmes est un pilier, notamment pour permettre aux pouvoirs publics et à la société civile de prendre des décisions en connaissance de cause. Le développement des énergies marines renouvelables réclame d'évaluer les impacts cumulés des pressions anthropiques sur les populations animales sauvages, dont celui du changement climatique combiné à l'augmentation de la mortalité liée aux collisions avec les dispositifs éoliens en mer.

L'Institut Écologie et Environnement du Centre National de la Recherche Scientifique, dont l'objectif est de construire et fournir les bases scientifiques pour une meilleure gestion des milieux, des ressources et des patrimoines, de préserver et renforcer les services de la biodiversité et des

écosystèmes, de diffuser les concepts et les connaissances dans la société, dans tous les autres domaines scientifiques, chez les décideurs comme chez les acteurs.

La Région. La Stratégie Régionale et Recherche et d'Innovation S3 de la Région Bretagne identifie un Domaine d'Innovation Stratégique 3 : Économie maritime pour une croissance bleue .

L'Université de Bretagne Occidentale, notamment l'Axe Mer de la Stratégie de Recherche, d'Innovation et de Valorisation, porté par l'Institut Universitaire Européen de la Mer.

L'Institut Universitaire Européen de la Mer, et sa mission d'observation sur le continuum Homme-Terre-Mer. Le programme de suivi des populations d'oiseaux marins de Mer d'Iroise est intégré à la mission d'observation littorale et côtière.

Du Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin, dont l'un des fronts de science est d'étudier les réponses adaptatives physiologiques et comportementales des organismes face aux contraintes environnementales multiples, en combinant observation, expérimentation et modélisation.

Collaborations scientifiques (nature/partenariat/pays) et partenariat socio-économique envisagé

Ce projet repose sur une collaboration avec Jane Reid et Paul Acker au Center for Biodiversity Dynamics, Norwegian University of Science and Technology, Norvège. Nos groupes ont déjà collaboré avec succès (Acker et al. 2022, Fay et al. 2022a,b). Le groupe norvégien apporte en particulier son expertise en génétique quantitative, une discipline peu développée sur le site brestois.

Le programme d'acquisition de données est accrédité par le Museum National d'Histoire Naturelle (CRBPO, CESCO– UMR 7204) auprès duquel les données sont archivées. Il contribue des données au GISOM (Le Groupe d'Intérêt Scientifique sur les Oiseaux Marins), à l'OROM (Observatoire Régional des Oiseaux Marins), et au RESOM (Agence des Aires Marines Protégées + GISOM).

Une convention avec le MNHN est en cours de préparation pour la pause de bio-loggers en 2023 (projet MIGRATLANE, Museum National d'Histoire Naturelle, GISOM). Le programme de suivi des populations de mouettes tridactyles en mer d'Iroise est partie prenante dans le projet BIRDYNAMIC, mandaté par le Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, dont l'objectif est d'évaluer l'impact cumulé des projets éoliens en mer sur la dynamique des populations d'oiseaux marins (Manche, Mer du Nord, Atlantique ; collaboration avec Le Centre d'Études biologique de Chizé - UMR 7372, et le Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, Montpellier – UMR 5175).

Ce projet ne peut être mené à bien sans le recours au Pôle de Calcul et de Données pour la Mer (CPER DATARMOR 2016-2020).

Acker, P., Schaub, M., Besnard, A., Monnat, J. Y., & Cam, E. 2022. Can attraction to and competition for high-quality habitats shape breeding propensity? *Journal of Animal Ecology* 91 : 933-945

Fay, R., Hamel, S.,...; & Sæther, B. E. 2022a. Temporal correlations among demographic parameters are ubiquitous but highly variable across species. *Ecology Letters* 25 : 1640-1654.

Fay, R., Authier, M.,..., & Sæther, B. E. 2022b. Quantifying fixed individual heterogeneity in demographic parameters: Performance of correlated random effects for Bernoulli variables. *Methods in Ecology and Evolution* 13: 91-104.

Reid, J. M., & Acker, P. 2022. Conceptualizing the evolutionary quantitative genetics of phenological life-history events: Breeding time as a plastic threshold trait. *Evolution Letters* 6: 220-233

Pour les demandes Région Bretagne

Adéquation du projet avec le DIS de Rattachement

Pour les demandes Région Bretagne (3 000 caractères maximum)

La Stratégie Régionale et Recherche et d'Innovation S3 de la Région Bretagne identifie un Domaine d'Innovation Stratégique 3 « Économie maritime pour une croissance bleue » - environnement, santé des océans et gestion du littoral, en cohérence avec la stratégie de l'Union Européenne en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030, qui propose de soutenir le développement d'une économie bleue durable. La région Bretagne a affirmé sa volonté de participer au développement et à la valorisation de la souveraineté, notamment à l'échelle européenne, sur plusieurs domaines clé dans lesquels le territoire et ses acteurs disposent d'atouts majeurs, incluant la connaissance et l'observation des milieux naturels. Elle a affirmé son engagement pour la préservation et la valorisation de la biodiversité et des ressources. Dans ce cadre, la connaissance des écosystèmes marins revêt une importance particulière, notamment pour permettre aux pouvoirs publics et à la société civile de prendre des décisions en connaissance de cause. L'emphase actuelle mise au niveau national sur le développement des énergies marines renouvelables réclame de pouvoir évaluer les impacts cumulés des multiples pressions anthropiques sur les populations sauvages, et c'est précisément sur cet aspect que ce projet se penche.

Malgré la proportion importante d'espèces d'oiseaux marins se reproduisant en Bretagne au regard de la liste d'espèces présentes en France métropolitaine, le besoin extrêmement urgent d'expertise créé par le développement de l'éolien en mer se heurte à l'obstacle du manque de connaissance sur les espèces et du manque de structuration de la communauté académique bretonne et des partenaires institutionnels (par exemple l'Office Français de la Biodiversité) et associatifs susceptibles d'éclairer la société civile. Le laboratoire des Sciences de l'environnement Marin a pu se positionner auprès du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires dans le cadre d'un projet visant à évaluer les impacts cumulés des pressions anthropiques sur les oiseaux marins, dont l'augmentation de la mortalité engendrée par les collisions avec les dispositifs éoliens en mer n'est qu'un aspect. Le présent projet s'attache à évaluer sur les mêmes populations animales l'impact du changement climatique sur des éléments-clé du cycle de vie qui, d'après les travaux internationaux, semblent varier de manière insuffisante pour garantir la viabilité des populations d'oiseaux marins. Pris séparément, chaque perturbation (un champ d'éoliennes, un été particulièrement chaud) peut n'avoir qu'un impact mineur sur la viabilité des populations, mais collectivement, ces perturbations peuvent avoir un plus grand impact que chacune d'entre-elles prise séparément. Ce projet s'inscrit dans une démarche de renforcement des outils de modélisation et de projection des impacts des activités anthropiques sur la viabilité des populations de la mégafaune marine se reproduisant sur le territoire breton.

Si priorité régionale, préciser (200 caractères maximum)

Atténuation ou adaptation au changement climatique. Face au changement climatique, les espèces peuvent répondre de 3 manières : bouger, périr, ou s'adapter. Ce dernier aspect a été identifié comme un front de science par l'INEE (CNRS). Ce projet propose d'évaluer une réponse comportementale chez un prédateur marin apical (plasticité, micro-évolution): la phénologie de la migration et de la reproduction.

Demande de (co)financement ISblue

Vous sollicitez un financement ISblue,

Précisez le lien du sujet avec les thèmes ISblue

Ce projet relève du thème 4, avec comme objectif principal la compréhension des conséquences des changements des écosystèmes sur les organismes marins et les populations, pour développer de nouveaux indicateurs pertinents de la santé des écosystèmes.

Thème ISblue	Thème principal	Thème secondaire (si nécessaire)	Autre (si nécessaire)
la régulation du climat par l'océan			
les interactions entre la Terre et l'océan			
la durabilité des systèmes côtiers			
l'océan vivant et les services écosystémiques	X		
les systèmes d'observation à long terme			

Expliquez/précisez en quelques lignes dans quelle mesure votre demande correspond à l'un ou plusieurs des critères ISblue ci-dessous :

- 1- Originalité, impact potentiel du projet** (4 lignes maxi)
Ce projet vise à intégrer dans un cadre de modélisation des concepts et méthodes de plusieurs champs — démographie, écologie statistique, génétique quantitative, à évaluer les réponses comportementales d'un prédateur apical au changement climatique, et la part de la plasticité *versus* la micro-évolution dans ces réponses, un front de science identifié au niveau international.
- 2- Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international** (4 lignes maxi)
Évaluer la viabilité des populations sauvages face au changement climatique réclame de quantifier les réponses écologiques et évolutives de ces dernières. Cet objectif reconnu internationalement est au cœur des travaux de cette thèse, qui repose sur les expertises du groupe français et norvégien. L'encadrement allie leurs corpus conceptuels et méthodologiques dans un effort synergique.
- 3- Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités** (4 lignes maxi)
Cette thèse repose sur l'intégration de disciplines traditionnellement cloisonnées, notamment dans l'enseignement supérieur français (Cf point 1). Le groupe norvégien est particulièrement avancé dans cette démarche, avec écologues, biologistes de l'évolution, mathématiciens et statisticiens. ISblue propose un cadre riche favorable pour promouvoir ces consortiums à l'international.

4- Potentiel d'insertion à un haut niveau dans la communauté académique ou non académique du docteur (4 lignes maxi)

l'Open Science et les progrès des outils d'acquisition de données en masse imposent aux écologues de relever le défi de la gestion et la valorisation des données biologiques et environnementales. L'écologie statistique vit une progression internationale exponentielle qui confère aux docteurs une agilité thématique et méthodologique valorisable dans les milieux académiques et non-académiques

Financement du projet de thèse

En cas de financement à 50 %, le cofinancement est-il déjà identifié (*oui/non*) : oui : UBO ED SML, Is Blue, ARED

Si oui, préciser la nature du cofinancement (*ANR, partenaire privé, Ademe, etc.*) :

Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier :

En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée (*oui/non*) : oui

Si oui, laquelle : le GDR OMER sera sollicité

Sollicitez-vous un co-financement Is-Blue (*oui/non*) ? oui

Important : Veillez à bien compléter les différents co financements sollicités sur le serveur Thèses en Bretagne Loire lors du dépôt de votre dossier.

Projet de thèse en cotutelle internationale

S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale dans le cadre d'une convention (*oui/non*) : non

Si oui, préciser l'établissement pressenti (*et le pays de rattachement*) :

Ce projet de thèse fera-t-il l'objet d'un cofinancement international (*oui/non*) :

(Rémunération du doctorant par l'établissement implanté sur le territoire régional (18 mois sur 36 mois), et l'établissement étranger, qui s'engage également à rémunérer le doctorant dans le cadre de son séjour à l'étranger, soit durant 18 mois -a minima-)

En cas de cofinancement international, préciser -si vous en avez connaissance- l'organisation du calendrier des périodes de séjour :

Préciser quel est le stade du projet international (joindre une lettre d'engagement du partenaire)

Vous sollicitez un financement UBO EDSML qui sera porté à la décision du Conseil de l'ED

Indiquez le ici, oui non **et sur le serveur TEBL (indispensable)**

Le candidat

Profil souhaité du candidat (spécialité/discipline principale, compétences scientifiques et techniques requises) :

Une formation de niveau Master ou équivalent en écologie, écologie statistique et modélisation en écologie est souhaitée (« quantitative wildlife ecology » à l'international), ainsi que des connaissances en écologie des populations, un intérêt pour les écosystèmes marins et la mégafaune marine en particulier, et une appétence pour la programmation (langage R pour démarrer, une évolution vers Python est envisageable).

ATTENTION : Tout dossier non déposé sur le serveur dans les délais indiqués, ne pourra être pris en compte notamment par les instances ISblue, conseil de l'EDSML.

Veillez à enregistrer votre document au format NOM du porteur /Acronyme labo.pdf