



SUJET DE THESE / PhD PROJECT

Campagne 22-23 / Recruitment 22-23



CONTRAT DOCTORAL	
<u>Laboratoire / Laboratory</u> CEBC UMR 7372	<u>École doctorale / Doctoral school</u> Euclide 618
<u>Sujet de thèse / Project title</u> Améliorer notre compréhension des impacts du changement climatique sur une espèce clé de l'Arctique : le phoque à capuchon <i>Increasing our understanding of climate change impacts on a keystone species in the Arctic: the hooded seal</i>	
<u>Direction de la thèse / Supervision</u> Tiphaine Jeanniard du Dot, CRCN CNRS, La Rochelle Université, France Ruth Joy, Assistant Professor, Simon Fraser University, Canada	
<u>Descriptif du sujet / Project description</u> Au cours des dernières décennies, l'Arctique a connu un réchauffement trois fois plus rapide que la moyenne mondiale, entraînant une diminution de l'étendue et de l'épaisseur de la glace de mer, une augmentation des températures et une diminution de la salinité conduisant à un approfondissement de la couche mixte. Ces changements structurels ont un impact sur les organismes à tous les niveaux de la chaîne alimentaire arctique, du phytoplancton aux prédateurs supérieurs. Plusieurs espèces de phoques sont décrites comme dépendantes de la glace en raison de leur association étroite avec la banquise pendant une partie de leur cycle de vie. Collectivement, ils se situent au sommet du réseau alimentaire marin de l'Arctique et, en raison de leur association étroite avec la banquise flottante, sont considérés comme des bio-indicateurs de la santé de l'écosystème. Une perte continue de la banquise pourrait entraîner une forte réduction du succès de la reproduction ou de la survie de leurs petits, ainsi qu'une réduction de la disponibilité ou de l'accessibilité de leurs proies localement. Ces rétroactions négatives sur ces espèces de phoques peuvent ensuite se répercuter sur le réseau alimentaire et affecter un large éventail d'autres organismes arctiques. Pour comprendre l'écologie en mer des prédateurs supérieurs marins et leur occupation spatiale, on utilise des biologgers qui peuvent enregistrer des informations sur leurs comportements et leur dépense/acquisition d'énergie en mer, leur localisation et les caractéristiques de leur habitat immédiat. Cela nous permet d'inférer des liens mécanistes entre l'écologie de la recherche de nourriture des phoques et leur environnement physique, et de mieux comprendre les impacts des changements environnementaux sur les comportements des animaux, leurs stratégies de recherche de nourriture et leurs efficacités au niveau individuel et par extension au niveau de la population. Malgré un certain nombre d'études utilisant des modèles climatiques pour prédire la distribution future des espèces et des communautés cibles dans un Arctique qui change rapidement, les études se sont concentrées sur les migrations et les changements dans les mouvements horizontaux. Aucune étude à ce jour n'a examiné les changements dans les propriétés sub-superficielles (verticales) de l'océan Arctique pour prédire la dispersion future. Pourtant, les associations entre le comportement vertical de recherche de nourriture des prédateurs marins et les variables océanographiques de subsurface (par exemple, la profondeur de la couche mixte, la	

température, etc.) ont été largement mises en évidence chez certains prédateurs marins supérieurs. Étant donné que de nombreux animaux plongeurs ont de fortes affinités avec des structures verticales spécifiques (par exemple la thermocline), et en raison des dimensions verticales du domaine marin, les modèles mécanistes et prédictifs basés sur des variables de surface uniquement peuvent donc être irréalistes et ne pas dépeindre avec précision la distribution potentielle des espèces plongeuses. Par conséquent, il est important de définir comment incorporer les variables océanographiques de subsurface dans les modèles d'habitat des espèces afin d'obtenir une image plus réaliste des changements de distribution que les animaux plongeurs pourraient connaître dans le cadre de scénarios de changement climatique.

Le modèle biologique utilisé pour cette étude est le phoque à capuchon, un phoque très dépendant de la banquise qui plonge à des profondeurs de plus de 1000 m pour une durée parfois supérieure à 1h, avec une large aire de répartition (subarctique à >80°N) dans l'est de l'Arctique canadien et l'est du Groenland, et est considéré comme une espèce de phoque clé de voûte (espèce dont la disparition compromettrait la structure et le fonctionnement d'un écosystème) pour l'écosystème et pour les communautés autochtones. Son aire de répartition est fortement touchée par le réchauffement climatique avec une forte diminution de la couverture spatio-temporelle de la glace de mer ainsi qu'un changement intense de la structure de la colonne d'eau avec des apports importants d'eau douce provenant de la fonte de la calotte glaciaire du Groenland et d'autres grandes masses de glace terrestre. Nous proposons d'étudier le lien entre les phoques à capuchon et les changements environnementaux par le biais de données biologiques recueillies dans l'est de l'Arctique canadien.

Les objectifs de ce projet de thèse sont donc 1) de caractériser les comportements verticaux des phoques à capuchon en utilisant des données tridimensionnelles sur les mouvements, leur relation avec l'efficacité de la recherche de nourriture et les caractéristiques de l'habitat; 2) évaluer les changements dans l'efficacité de la recherche de nourriture à travers les données chronologiques et leurs liens avec la trajectoire de la population ; 3) construire des modèles qui prédisent la distribution verticale future des phoques à capuchon de l'Arctique en se basant sur les affinités avec les structures verticales de leur habitat (température, salinité), en complément des changements horizontaux de la couverture de glace.

Over recent decades, the Arctic has experienced a warming three times faster than the global average, resulting in a decrease in the extent and thickness of sea-ice, an increase in temperatures and decrease in salinity leading to a deepening of the mixed-layer depth. These structural changes impact organisms at every level of the Arctic food web from phytoplankton to top predators. Several species of seals are described as ice-dependent due to their close association with ice for parts of their life history. Collectively they are positioned at the top of the Arctic marine food web and because of their close association with sea-ice, ice seals are considered bio-indicators of the ecosystem health. A continuous loss of sea-ice could lead to a sharp reduction in their reproduction success or pup survival, and reduced local availability or accessibility of prey. These negative feedbacks on ice seal species can then ripple through the food web and affect a wide range of other Arctic organisms. Understanding the at-sea ecology of marine top predators and their spatial occupancy (at depth and geographically) require the use of biologists that can record information on their behaviours and energetics at sea, as well as their location simultaneously to their immediate habitat characteristics. This allows us to infer mechanistic links between the ice seals foraging ecology and their physical environment, and better understand the impacts of environmental changes on behaviours of the animals, their foraging strategies and efficiencies at the individual level and by extension at the population level.

Despite a number of studies using climate models to predict the future distribution of target species and communities in a rapidly changing Arctic, studies have focused on migrations and changes in horizontal movement. No study to date has examined the changes in the sub-surface (vertical) properties of the Arctic Ocean to predict future dispersion. Yet, associations between the vertical foraging behaviour of marine predators and sub-surface oceanographic variables (e.g. mixed layer depth, temperature etc.) have been largely evidenced in seals and other marine top predators. Given that many diving animals have strong affinities for specific vertical structures (e.g. thermocline), and due to the vertical dimensions of the marine realm, mechanistic and predictive models based on surface-only variables can therefore be unrealistic and not accurately depict the potential distribution of diving species. Consequently, there is an urgent and open question on how to incorporate sub-surface oceanographic variables into species habitat models to get a more realistic picture of the distributional shifts that diving animals might experience under climate change scenarios.

The biological model used for this study is the hooded seal. This seal species is a highly ice-dependent seal that dives at depths of more than 1000 m for a duration of sometimes more than 1h, with a wide range (Sub-

Arctic to $>80^{\circ}\text{N}$) within the Eastern Canadian Arctic and Eastern Greenland. Furthermore, the hooded seal is considered a keystone seal species whose disappearance would compromise the structure and functioning of the Arctic ecosystem and is important for indigenous communities. His range areas are greatly impacted by the warming climate with a great decrease in spatio-temporal coverage of sea-ice as well as an intense change in the structure of the water column with large inputs in freshwaters from the melting of the Greenland ice-cap and other major land ice bodies. We propose to investigate the link of hooded seals to environmental changes through a carefully curated time-series of biologging tag data already collected in the Eastern Canadian Arctic.

The objectives of this thesis' project are 1) to characterize the vertical behaviours of hooded seals using tri-dimensional movement data, their relation to foraging efficiency, and to habitat characteristics; 2) to assess the changes in foraging efficiencies through the time-series data and their links to the population trajectory; 3) to build models that predict the future vertical distribution of the Arctic hooded seal based on affinities with vertical structures of their habitat (temperature, salinity), as complement to the horizontal changes in ice cover.

Travail demandé au doctorant / Tasks required

Le/la candidat(e) retenu(e) devra construire un modèle individu-centré pour lier la dépense énergétique à la consommation d'énergie en fonction des réponses comportementales à différentes conditions environnementales horizontales et verticales. Ces équations d'équilibre énergétique individuel permettront d'étendre les conséquences de changements potentiels à la population. Pour ce faire, il/elle devra caractériser les comportements de recherche de nourriture et de chasse de ces animaux en utilisant des données de biologging (de différentes résolutions), et déterminer l'efficacité énergétique de la recherche de nourriture à différentes années/décennies.

Le/la candidat(e) retenu(e) devra ensuite construire un modèle d'habitat prédictif pour déterminer la perte et le gain d'habitat (différence entre les prédictions actuelles et futures) en s'appuyant sur des modèles climatiques prévisionnels (par exemple CMIP622) sur différents scénarios. Cela permettra de projeter la future distribution horizontale des phoques à capuchon en spatialisant la probabilité de chasse comme une indication de la présence de l'espèce (habitat approprié), puis d'utiliser les modèles climatiques prévisionnels et les résultats du modèle vertical pour projeter le futur comportement de chasse dans le cadre de différents scénarios de changement climatique (RCP2.5 et RCP8.5 : émissions faibles vs. élevées).

Le/la candidat(e) sera inscrit(e) à l'Université de La Rochelle en France mais sera co-supervisé(e) par le Dr Tiphaine Jeanniard du Dot à l'Université de La Rochelle et le Dr Ruth Joy à Simon Fraser University au Canada. Le candidat devra commencer son cursus en France mais passer du temps dans les deux institutions/pays au cours de son cursus.

The successful candidate will be expected to build an individual-based model to test hypotheses linking energy expenditure to energy consumption by individuals with behavioural responses to different horizontal and vertical environmental conditions. These energy balance equations will at the individual level lead to insights of population level consequences. To do so, she/he will derive the foraging and hunting behaviours of these animals using fine-scale biologging data collected given their resolution (low or high, depending on the year of collection) and, determine the energetic efficiency of foraging over the years.

The successful candidate will then derive habitat loss and gain (difference between current and future predictions) for this keystone species by building a predictive model based on forecast climate models (e.g. CMIP622) for end-of-century projections based on different scenarios. This will allow scientists to better project the future horizontal distribution of hooded seals by spatializing their hunting probability in grid cells as an indication of species presence (suitable habitat), and then use forecasts from climate models and results from the vertical model to project future hunting behaviour under different climate change scenarios (RCP2.5 and RCP8.5: low vs. high emissions).

The successful candidate will be registered at La Rochelle University in France but will be co-supervised between Dr Tiphaine Jeanniard du Dot from Centre d'Etudes Biologiques de Chizé at La Rochelle University and Dr Ruth Joy from School of Environmental Science at Simon Fraser University in Canada. She/He will be expected to start their degree in France but to spend time in both institutions/countries in the course of their degree.

Profil Recherché / Qualifications

Nous recherchons des candidats titulaires d'un M2 (ou équivalent) en écologie marine, en biologie ou en sciences océaniques. Candidat(e) rigoureux(se) avec un esprit curieux, créatif et collaboratif qui contribuera à favoriser une culture collégiale fondée sur l'équité, la diversité et l'inclusion. Il/elle doit être très autonome et capable de s'adapter rapidement à différents contextes de laboratoire/équipe/pays car ce doctorat est co-supervisé par des institutions françaises et canadiennes. La maîtrise de l'anglais est obligatoire. Le candidat doit pouvoir terminer son doctorat en 36 mois (exigences françaises).

Capacités de recherche :

- * Programmation (maîtrise de R et/ou Matlab).
- * Modélisation statistique avancée
- * Analyse de données biologiques
- * Analyse de données océanographiques
- * Rédaction et communication scientifiques

We seek candidates with an MSc in Marine Ecology, Biology or Ocean Sciences. Rigorous candidate with curious, creative and collaborative spirit that will help foster a collegial culture that is grounded in equity, diversity and inclusiveness. She/He must be highly autonomous and able to adapt quickly to different lab/team/country settings as this PhD is co-supervised between French and Canadian institutions. Proficiency in English is mandatory. The candidate is expected to complete his PhD in 36mo (France requirements).

Research abilities:

- * *Programming (proficient in R and/or matlab)*
- * *Advanced statistical modelling*
- * *Biologging data analysis*
- * *Oceanographic data analysis*
- * *Scientific writing and communication*

Modalités de candidature / To apply

Les candidatures sont à adresser à Tiphaine Jeanniard du Dot (tiphaine.jeanniard-du-dot@cebc.cnrs.fr) et Ruth Joy (rjoy@sfu.ca) et seront constituées d'un CV, d'une lettre de motivation, de la copie des notes et classement aux examens de M1 et de M2. Des lettres de recommandation avec les coordonnées de personnes référentes ainsi que toutes autres pièces jugées utiles pourront être jointes à la candidature.

Date limite pour postuler : 15/10/2022 / Début de la thèse : 01/03/2023

To apply, please send CV with references, Statement of Research Interest (1 page) and unofficial copy of transcripts to Dr Tiphaine Jeanniard du Dot tiphaine.jeanniard-du-dot@cebc.cnrs.fr and Dr Ruth Joy rjoy@sfu.ca or contact us for more information. Letters of recommendation with contact information for referees and any other documents deemed useful may be attached to the application.

Application deadline : 10/15/2022 / Starting date : 03/01/2023