

## **Offre de stage de Master 2 : Réponses des jeunes stades de vie de la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) à l'acidification et au réchauffement des océans**

**Mots clés :** élasmobranches, changement climatique, acidification, expérimentation

**Encadrants :** **Noémie Coulon**, doctorante, Laboratoire BOREA (MNHN, CNRS 8067, SU, IRD 207, UCN, UA) ; **Alexandre Carpentier**, maître de conférence, Université de Rennes 1, Laboratoire BOREA (MNHN, CNRS 8067, SU, IRD 207, UCN, UA) ; **Eric Feunteun**, professeur, Laboratoire BOREA (MNHN, CNRS 8067, SU, IRD 207, UCN, UA)

**Durée et lieu du stage :** janvier à juin 2023 ; MNHN, Station marine de Dinard, 38 Rue du Port Blanc, 35800, Dinard

**Contexte :** Longtemps considérés comme insensibles aux changements environnementaux, les élasmobranches ont été très peu étudiés dans le cadre du changement climatique alors qu'il est susceptible d'accentuer les pressions anthropiques déjà existantes sur les communautés. L'embryogenèse peut durer plusieurs mois et constitue le stade le plus vulnérable pour les espèces ovipares (40% du nombre total d'espèces) car les œufs sont incubés à la température de l'eau environnante de la ponte à l'éclosion. D'abord hermétiques, les capsules s'ouvrent après le premier tiers du développement, moment à partir duquel il y a un échange actif d'eau avec le milieu extérieur et les variations d'acidité ont un effet direct sur les embryons. Seules trois études à ce jour ont évalué la combinaison potentielle de ces deux facteurs sur les jeunes stades d'élasmobranches ovipares (Carrier et al., 2022). Parce que les effets de l'acidification et du réchauffement de l'eau ne sont pas encore bien compris, ce projet propose d'examiner leurs effets combinés sur le développement, la physiologie et le comportement des embryons et des juvéniles de petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans une étude intégrée. Cette espèce, dont l'élevage est bien maîtrisé, présente une large distribution à l'échelle de l'Atlantique Nord-Est, ce qui en fait un modèle d'intérêt pouvant fournir une base *a minima* des effets potentiels de ces changements sur des espèces moins plastiques. L'objectif de ce projet est de caractériser les effets de l'acidification et du réchauffement des eaux sur le développement embryonnaire et les premiers mois de vie des juvéniles de la petite roussette. Pour cela, nous souhaitons caractériser et comparer les réponses biologiques précoces de ces élasmobranches à différentes conditions environnementales contrôlées, i) le développement (croissance, durée des phases embryonnaires, taux de consommation du sac vitellin, coefficient de conditions des juvéniles) ii) le métabolisme et l'activité des embryons et des juvéniles et iii) les aptitudes de nage et l'acquisition de la latéralisation chez les juvéniles. Les résultats obtenus au cours de ce stage feront l'objet de la rédaction d'un article scientifique.

### **Matériel et méthodes**

**Dispositif expérimental :** Trois conditions expérimentales correspondant à la situation climatique actuelle (AR6 (1995-2014)) et deux projections issues des scénarios du GIEC à l'horizon 2100 (SSP2-4.5 & SSP5-8.5 (CMIP6)) ont été sélectionnées et tripliquées. Afin de simuler le changement au plus près de la réalité, nous proposons également et pour la première fois de reproduire les variations mensuelles. La température et le pH sont régulés de façon indépendante dans chacun des aquariums.

**Embryons :** Entre 12 et 20 œufs ont été placés dans chacun des neufs aquariums de juillet à août 2022. Les embryons ont été photographiés hebdomadairement pendant 3 à 4 mois afin que le taux de consommation du sac vitellin (réserve lipidique), la durée des différents stades

embryonnaires et les taux et courbes de croissances associées soient déterminés (Musa et al., 2020). Un tiers des photographies a déjà été analysé avec le logiciel TpsDig2 (Rohlf, 2010) et les deux tiers restants le seront par le/la stagiaire. Des mesures du taux de consommation d'oxygène (proxy du métabolisme) et du temps de freezing (reflexe d'arrêt respiratoire et d'immobilisation en cas de dérangement) ont été réalisées les jours précédents l'éclosion des œufs (Ripley et al., 2021). Le taux d'éclosion sera aussi quantifié.

**Juvéniles :** Le poids et la taille à la naissance des juvéniles ont été mesurés et le coefficient de condition de Fulton sera calculé. Un suivi hebdomadaire de la croissance a été mis en place et sera poursuivi par le/la stagiaire. Il/Elle effectuera des mesures de respirométrie avec le système Witrox (Loligo Systems®) afin que le métabolisme basal des juvéniles soit évalué. En fonction du déroulement du stage, les aptitudes de nage et la latéralisation des juvéniles (Pouca et al., 2018) seront évaluées via l'analyse des trajectoires de nage à partir du logiciel de suivi vidéo et de comportement LoliTrack (Loligo Systems®). Le/la stagiaire participera également au suivi journalier des juvéniles (alimentation, contrôle des paramètres physico-chimiques et vérifications sanitaires).

### Déroulement du stage

	01/2023	02/2023	03/2023	04/2023	05/2023	06/2023
<b>Bibliographie</b>	■					
<b>Analyse du suivi embryonnaire</b>		■	■			
<b>Analyses statistiques</b>				■	■	
<b>Suivi des juvéniles</b>	■	■	■			
<b>Rédaction du rapport et préparation de l'oral</b>					■	■

**Profil recherché :** L'étudiant(e) devra provenir d'un master en science de la mer/halieuque/écologie marine ou écologie générale/éthologie présentant une expérience avec un modèle marin. Il/Elle devra posséder une bonne éthique de travail en lien avec un projet en expérimentation animale. La maîtrise des outils statistiques sous R est attendue.

**Pour postuler :** Veuillez envoyer votre CV et votre lettre de motivation dans un fichier unique nommé « M2\_NOM\_2023 » à [noemie.coulon@mnhn.fr](mailto:noemie.coulon@mnhn.fr), [alexandre.carpentier@univ-rennes1.fr](mailto:alexandre.carpentier@univ-rennes1.fr) et [eric.feunteun@mnhn.fr](mailto:eric.feunteun@mnhn.fr) avant le **25 octobre 2022**. Le/la candidat(e) retenu(e) pour le stage de M2 sera informé(e) la semaine suivante.

### Bibliographie

- Carrier et al. (Eds.). (2022). *Biology of Sharks and Their Relatives* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003262190>
- Collins et al. (2022). The need for unrealistic experiments in global change biology. *Current Opinion in Microbiology*; 68, August 2022, 102151. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2022.102151>
- Musa et al. (2020). Ocean warming and hypoxia affect embryonic growth, fitness and survival of small-spotted catsharks, *Scyliorhinus canicula*. *J Fish Biol.* ; 97: 257– 264. <https://doi.org/10.1111/jfb.14370>
- Vila Pouca et al. (2018). Incubation under Climate Warming Affects Behavioral Lateralisation in Port Jackson Sharks. *Symmetry*; 10(6):184. <https://doi.org/10.3390/sym10060184>
- Ripley et al. (2021) Ocean warming impairs the predator avoidance behaviour of elasmobranch embryos. *Conserv Physiol.* Jun 17;9(1) <https://doi.org/10.1093/conphys/coab045>
- Rohlf. (2010) tpsDig File Utility Program. Version 2.16. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook. <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>