

Sujet de thèse: Biogéographie des traits d'histoires de vie, zone de ponte et transport larvaire des anguillidés de l'Atlantique: l'apport de l'analyse des éléments traces et isotopiques à l'aide de la NanoSims.

Directeur de thèse:
Feunteun

eric.feunteun@mnhn.fr

Co-directeur(s) titulaire(s) HDR:

Co-directeur(s) non-titulaire(s) HDR:

Equipe:

Le doctorant sera placé au sein de l'équipe 5 dirigée par E. Feunteun et P. Claquin.

Il disposera ainsi d'un environnement scientifique de qualité en s'inscrivant dans les travaux du volet 3 de l'équipe: migration et dispersion chez les poissons. C'est un axe fort de l'équipe ayant permis la publication de nombreux articles.

Il sera également épaulé par plusieurs collègues (T. Trancart, A. Acou), particulièrement compétents en statistique et spécialistes de la biologie de l'anguille.

Publications récentes des directeurs de thèse avec leurs anciens doctorants:

Leroy B., Gallon R., Feunteun E., Robuchon M., Ysnel F. (2017) Cross-taxon congruence in the rarity of subtidal rocky marine assemblages: No taxonomic shortcut for conservation monitoring. *Ecological Indicators*. 77:239-249., DOI:10.1016/j.ecolind.2017.02.012

Laugier, F., Feunteun E., et al. (2015) Life history of the Small Sandeel, *A. tobianus*, inferred from otolith microchemistry. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.022>

Gallon, R.K., Robuchon, M., Leroy, B., Le Gall, L., Valero, M., Feunteun, E. 2014. Twenty years of observed and predicted changes in subtidal red seaweed assemblages along a

Gallon RK., Ysnel F., Feunteun E. (2013) Optimization of an "in situ" subtidal rocky-shore sampling strategy for monitoring purposes *Marine Pollution Bulletin*. 74 (1) : 253-263

Descriptif du sujet de thèse et méthodes envisagées:

Cette thèse vise à revisiter les hypothèses relatives aux zones de ponte et au transport larvaire des anguillidés de l'Atlantique. Elle s'appuiera sur l'analyse de la variabilité des traits de vie larvaire déduite de l'analyse microchimique et microstructurale des otolithes de civelles d'anguilles européennes et américaines, capturées à l'issue de leur migration transocéanique dans des cours d'eau distribués du nord au sud de l'aire de distribution de chacune des espèces.

Les 16 espèces d'anguilles sont réparties dans tous les océans et tous les continents (hormis l'Antarctique). Apparues voici environ 100 millions d'années, dans l'actuelle région de l'Indonésie, elles ont lentement évolué à la faveur de la dérive des continents et des changements océanographiques. Il y a environ 25 à 30 millions d'années des événements tectoniques ont séparé les lignées indo-pacifiques de la lignée atlantique. A partir d'un ancêtre commun, les deux espèces de l'Atlantique se sont progressivement isolées au fur et à mesure de la dérive des continents : l'espèce européenne étant répartie le long des côtes d'Europe, et du pourtour Méditerranéen tandis que l'espèce américaine se distribue entre le Québec, les Caraïbes et le golfe du Mexique.

Alors que les habitats de croissance des deux espèces sont séparés par l'océan Atlantique, leurs habitats de ponte sont supposés recouvrants dans la mer des Sargasses, une immense zone de convergence nord atlantique qui s'étend sur près de 5 millions de km² entre 75° et 15°E et entre 21° et 29° nord. Les zones de ponte n'ont toujours pas été confirmées avec certitude depuis les travaux de J. Schmidt (1922), qui clame la découverte de la zone de ponte des anguilles européennes à partir de la répartition des tailles des larves leptocephales dont les plus petites (environ 5 mm). Ce schéma a été confirmé lors de nombreuses campagnes océanographiques américaines (par exemple McCleave and Kleckner, 1987, Tesch, 1990, Kuroki et al., 2017) mais pour autant aucun adulte reproducteur ni aucun œuf d'anguille n'ont encore été découverts sur la zone (Righton et al. 2016), tandis que des zones potentiellement favorables situées à l'est de la mer des Sargasses sont toujours insuffisamment explorées (Miller et al., 2014).

Une forte incertitude demeure également sur la durée et les voies de migrations empruntées par les leptocephales depuis la zone de ponte jusqu'aux habitats de croissance continentaux qui est estimée à 12 mois d'après les comptages de stries de croissance sur les otolithes de civelles (jeunes anguilles transparentes arrivant dans les estuaires après la migration larvaire) ou 2 à 3 ans d'après les modèles de transport océanographiques (par exemple Bonhommeau et al., 2010). Ainsi une forte controverse est toujours d'actualité sur ce sujet (McCleave, 2008) et pourrait trouver une solution dans la possible existence de zones de ponte alternatives localisée à l'est de la mer des Sargasses ainsi que le suggère une comparaison de la microchimie d'otolithes de leptocephales capturés en mer des Sargasses avec celle de civelles échantillonnées dans les estuaires du nord au sud de l'Europe (Martin et al. 2010).

Notre objectif est ici de revisiter les hypothèses de transport larvaire et de l'unicité des habitats de ponte des anguilles européennes et américaines grâce à une analyse de la microstructure et des profils microchimiques des phases larvaires d'anguilles américaines et européennes.

Nous comparerons par ces méthodes, les histoires de vie des civelles d'anguilles atlantiques capturées simultanément du nord au sud de leur aire de distribution: de la Méditerranée à la Norvège et à l'Islande pour *A. anguilla* et des Caraïbes au Saint Laurent pour *A. rostrata*.

L'hypothèse est ici que si les anguilles Atlantiques possèdent toutes les mêmes zones de ponte, nous devrions trouver des différentes durées de vie larvaire variant en fonction de la distance par rapport aux habitats de recrutement et des signatures élémentaires et isotopiques (¹⁸O) homogènes dans la partie centrale de l'otolithe, correspondant à la phase larvaire précoce. A l'inverse, si les zones de ponte sont séparées, nous devrions trouver des signatures élémentaires et isotopiques différentes entre les espèces et les localités de recrutement fluvial.

Pour cela nous disposons d'échantillons de civelles, tant pour l'espèce américaine que européenne, dont il faudra préparer les otolithes pour une estimation des durées et croissances des différentes écophases larvaires au microscope électronique à balayage (cf Robinet et al. 2008, Réveillac et al., 2008). L'analyse microchimique quant à elle sera réalisée à la NanoSims du MNHN grâce aux méthodes développées en collaboration entre les équipes de BOREA, de la plateforme NanoSims et du MNHN de Dinard financées par 3 ATM consécutives, NanoTraces, NanoTHV).

Stratégie de publication:

1ère année publication en collaboration avec des collègues de la plateforme NanoSims du MNHN et de l'université de Tokyo sur le thème: Environmental temperature of *A. anguilla* on their transoceanic larval migration, inferred by ^{18}O NanoSims analysis.

2ème année: Reconsidering birth place and larval migration routes of *A. anguilla* and *A. rostrata* leptocephali larvae, inferred from high resolution analysis of trace element and ^{18}O using NanoSims technology.

3ème année: Biogéographical variability of early life history traits in relation to maternal origin and environmental conditions experienced by leptocephali of *A. anguilla* and *A. rostrata* on their transoceanic migrations.

Compte tenu des méthodes innovantes utilisées et de la portée des questions, ces publications sont destinées à des revues de très haut impact factor.

Réorientation possible du sujet si échecs:

Le risque pour que la thèse échoue est faible car les méthodes d'analyse microchimiques performantes ont été mises au point en collaboration entre le plateau sclérochronologie du CRESCO à Dinard, la plateforme nanoSims et les chercheurs de l'UMR BOREA. D'autres technologies alternatives sont disponibles (ICPMS Ablation Laser de Pau). Les échantillons sont déjà collectés, et seront complétés, grâce à la collection d'otolithes du CRESCO de Dinard. L'animalerie de Dinard est disponible pour élever des civelles dans des conditions environnementales contrôlées afin de mesurer les liens entre conditions environnementales marines et la composition élémentaire et isotopique des otolithes. Le doctorant pourra s'appuyer sur l'étude de la microstructure des otolithes pour, dans tous les cas, atteindre les objectifs de la thèse.

Faisabilité sur 3 ans (échancier):

La première année de la thèse sera consacrée à la poursuite de la mise au point de la méthode d'analyse de ^{18}O à la NanoSims pour déduire les températures environnementales, qui a été développée dans le cadre des projets ATM NanoTraces et NanoTHV. Une publication sera rédigée en fin de première année.

Au cours de la première année le doctorant, aidé de son encadrant, poursuivra la collecte d'échantillons de civelles auprès du réseau de scientifiques sur une vaste zone biogéographique pour compléter la collection existante d'anguilles américaines et européennes;

La seconde année sera consacrée aux analyses à la NanoSims et au MEB pour préparer la publication 2.

La troisième année sera mise à profit pour compléter les analyses NanoSims nécessaires pour la troisième publication et à la rédaction de la thèse.

Profil du candidat recherché:

Le candidat devra posséder de solides aptitudes au travail de précision en laboratoire (préparation, inclusion des otolithes), une connaissance et une volonté de travailler avec des outils analytiques de haute technologie et enfin une maîtrise des outils statistiques (logiciel R notamment) pour modéliser les liens entre microchimie des otolithes et conditions environnementales.

Le candidat aura à réaliser des expérimentations animales (maintien et élevage de civelles d'anguilles européennes à des températures connues).

Par ailleurs, une connaissance des modèles étudiés serait appréciée et une maîtrise des principales notions en océanographie physique et chimique serait un plus.