

Master 2 au CRESCO, MNHN

Proposition de sujet de stage
Année universitaire 2019 - 2020

Titre du sujet :

*TEMPOR'EEL : Évolution de la phénologie de migration des anguilles argentées *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) en Loire fluviale au cours des 150 dernières années.*

(1) **Mots clés** : anguille argentée, migration, phénologie, modélisation, changement climatique

(2) **Laboratoires d'accueil et lieux de stage** : Centre de recherche et d'enseignement sur les systèmes côtiers (CRESCO, MNHN), station marine de Dinard, 38 rue du Port-Blanc, 35 800 DINARD.

(3) **Profil de formation initiale souhaitée pour le candidat** : étudiant en master 2 avec de bonnes bases en Écologie fondamentale et des compétences indispensables en analyse de séries chronologiques et en modélisation (logiciel R).

(4) **Responsables du stage** : Trancart Thomas (Dr), MNHN, UMR 7208 BOREA, Station marine de Dinard

Encadrants :

Bourillon Bastien (doctorant), MNHN, UMR 7208 BOREA, Station marine de Dinard
Acou Anthony (Dr), UMS 2006 PatriNat, Station marine de Dinard
Feunteun Éric (Pr.), MNHN, UMR 7208 BOREA, Station marine de Dinard

Equipe d'accueil : CRESCO, station marine de Dinard

Organisme de rattachement : Muséum National d'Histoire Naturelle

(5) **Descriptif du sujet de stage**

L'anguille européenne est une espèce catadrome dont la plasticité des histoires de vie explique en partie sa large répartition du Nord de l'Afrique au Nord-Est de l'Europe. Les larves leptocéphales apparaissent dans la zone de convergence Nord Atlantique et s'orientent vers les côtes européennes par les courants marins pour coloniser les habitats de croissance continentaux sous les formes successives de civelles et d'anguilles jaunes. Après une période de croissance très variable, les anguilles jaunes s'argentent au moment de quitter les systèmes continentaux (échappement ou migration de dévalaison) afin de réaliser une migration océanique de près de 7000 km vers la zone de reproduction (Righton et al., 2016).

Depuis les années 1980, le recrutement en civelle a diminué pour atteindre aujourd'hui entre 1 et 10 % du niveau historique. Ce déclin a motivé l'inscription en 2008 de l'anguille dans la liste rouge des espèces menacées d'extinction. Les causes de ce déclin sont multi-échelles et touchent l'ensemble du cycle de vie de l'espèce. Les pressions directes dans les systèmes continentaux sont bien identifiées, même s'il est encore impossible à l'heure actuelle de les hiérarchiser. Parmi elles, il est

généralement cité la fragmentation et la destruction des habitats, l'introduction de maladies et de parasites, la pollution de l'eau ou les prélèvements par pêcheries.

À une échelle plus globale, les pressions associées au changement climatique restent encore mal connues chez l'anguille. Les modifications climatiques pourraient notamment affecter les stimuli environnementaux induisant certaines étapes clés du cycle de vie de l'anguille, comme la migration de reproduction des anguilles argentées vers le milieu océanique (hypothèse de travail). En effet, le comportement de dévalaison semble majoritairement déclenché par des variations hydrologiques, par la diminution des températures ou encore les phases lunaires (Brujns and Durif, 2008; Feunteun et al., 2000; Haro, 2012; Trancart et al., 2018a, 2018b, 2013; Vøllestad et al., 1994, 1986). Par ailleurs, les anguilles cessent de se nourrir au stade argenté, et il est supposé que des retards de migration entament les réserves énergétiques nécessaire à la migration océanique et la reproduction. Un timing différé peut également limiter la probabilité des individus à trouver des congénères sur la zone de ponte et réduire ainsi leur succès reproducteur.

La commission européenne a établi en 2007 une liste de recommandations visant à réduire l'impact des activités humaines sur l'anguille. En 2010, la France décline ce règlement en divisant le territoire en neuf unités de gestion, dont l'unité Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise. Le bassin versant de la Loire est un site d'intérêt dans l'application de ce plan, de par sa taille (110 000 km²) et sa position géographique privilégiée par rapport à l'arrivée de juvéniles sur les côtes (courant des Açores / Gulf Stream). En Loire fluviale, il existe une pêcherie au guideau unique en Europe, ciblant spécifiquement l'anguille argentée. Le suivi de cette pêcherie entre 1987 et aujourd'hui a permis d'estimer l'échappement fluvial en anguilles argentées (Acou et al., 2015; Boisneau, 2019) et de proposer un modèle de dévalaison (Acou et al., 2009). Comme dans la plupart des bassins européens, la population d'anguilles décline sur la Loire et les impacts des changements globaux sur la phénologie de migration des anguilles nécessitent d'être étudiés.

L'objectif de cette étude est de déterminer s'il existe ou non des modifications phénologiques de la migration de dévalaison des anguilles argentées (nombre d'évènements, durée et période de migration). Dans un premier temps, l'étudiant analysera la série chronologique des débits de la Loire disponible à Montjean-sur-Loire entre les années 1863 et 2019 afin de caractériser les dérives temporelles des conditions hydrologiques favorables à la migration de dévalaison. Dans un second temps, il ajustera un modèle prédictif permettant d'estimer les abondances d'anguilles argentées en fonction des conditions hydrologiques, à partir des données issues des pêcheurs professionnels pour la période 1987-2019. Dans un troisième temps, le modèle sera appliqué à une série chronologique à long-terme afin de quantifier les pics de migration entre 1863 et aujourd'hui. Cette analyse permettra de répondre à des questions cruciales pour la gestion de la ressource dans un contexte de changement climatique : les anguilles migrent-elles plus précocement ou tardivement (dérive phénologique) dans un contexte de changement global ? Quelle est l'évolution à long-terme du nombre et de l'amplitude des pics annuels de migration ?

Les analyses seront exclusivement réalisées avec le logiciel libre R (interface RStudio). Les résultats de ce stage seront par la suite associés à d'autres travaux de

l'équipe de recherche afin d'être intégré dans une publication scientifique dans une revue internationale.

(6) Rétribution: Le montant horaire de la gratification est fixé à 15% du plafond horaire de la sécurité sociale défini en application de l'article L.241-3 du code de la sécurité sociale (3.75 € par heure, à raison de 7 heures par jour ouvré, soit 551.25 € euros pour 21 jours ouvrés).

(7) Date et durée: 6 mois, idéalement entre Janvier et Août 2020 en fonction du candidat.

(8) Procédure de recrutement :

Le dossier de candidature est à envoyer par courriel avant le 3 Novembre 2019 à 23h59 à thomas.trancart@mnhn.fr ; bastien.bourillon@mnhn.fr ; anthony.acou@mnhn.fr et eric.feunteun@mnhn.fr.

Indiquer comme objet du courriel : TEMPOREEL_Prénom_Nom.

Le dossier comprendra :

- un curriculum vitae détaillé (« TEMPOREEL_Prénom_Nom_CV »),
- une lettre de motivation (« TEMPOREEL_Prénom_Nom_LM »).

Nous auditionnerons ensuite les dossiers retenus entre le 4 et le 8 Novembre 2019 (en présentiel, par téléphone ou par visioconférence).

(9) Références

- Acou, A., Boisneau, C., Bodin, M., Bultel, E., Boury, P., Feunteun, E., 2015. Evaluation du flux annuel d'anguilles argentées produit en Loire fluviale (amont d'Ancenis) pour 6 saisons d'avalaison (de 2001/02 à 2004/05, 2008/09 et 2012/13) et étude du comportement d'avalaison jusqu'à l'estuaire par télémétrie acoustique 35 pages + annexes.
- Acou, A., Boisneau, C., Feunteun, E., 2009. Prédiction des pics de dévalaison des anguilles argentées à partir des données environnementales: état des connaissances et développement d'un modèle opérationnel sur la Loire pour la gestion du turbinage. Rapport du Muséum National d'Histoire Naturelle, CRESCO, Station marine de Dinard, 126 p.
- Boisneau, C., 2019. Indice annuel d'abondance des anguilles argentées d'avalaison du bassin de la Loire à partir des captures des pêcheurs professionnels au guideau 2018-2019. Université de Tours - CITERES. Rapport du Plan Loire Grandeur Nature 4.
- Brujns, M.C.M., Durif, C.M.F., 2008. Silver Eel Migration and Behaviour, in: Spawning Migration of the European Eel. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 65-95. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9095-0_4
- Feunteun, E., Acou, A., Laffaille, P., Legault, A., 2000. European eel (*Anguilla anguilla*): prediction of spawner escapement from continental population parameters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57, 1627-1635. <https://doi.org/10.1139/cjfas-57-8-1627>
- Haro, A., 2012. Downstream Migration of Silver-Phase Anguillid Eels, in: Eel Biology. Springer Japan, Tokyo, pp. 215-222. https://doi.org/10.1007/978-4-431-65907-5_15
- Righton, D., Westerberg, H., Feunteun, E., Økland, F., Gargan, P., Amilhat, E., Metcalfe, J., Lobon-Cervia, J., Sjöberg, N., Simon, J., Acou, A., Vedor, M.,

- Walker, A., Trancart, T., Brämick, U., Aarestrup, K., 2016. Empirical observations of the spawning migration of European eels: The long and dangerous road to the Sargasso Sea. *Sci. Adv.* 2, e1501694-e1501694. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501694>
- Trancart, T., Acou, A., De Oliveira, E., Feunteun, E., 2013. Forecasting animal migration using SARIMAX: an efficient means of reducing silver eel mortality caused by turbines. *Endanger. Species Res.* 21, 181-190. <https://doi.org/10.3354/esr00517>
- Trancart, T., Feunteun, E., Danet, V., Carpentier, A., Mazel, V., Charrier, F., Druet, M., Acou, A., 2018a. Migration behaviour and escapement of European silver eels from a large lake and wetland system subject to water level management (Grand-Lieu Lake, France): New insights from regulated acoustic telemetry data. *Ecol. Freshw. Fish* 27, 570-579. <https://doi.org/10.1111/eff.12371>
- Trancart, T., Tétard, S., Acou, A., Feunteun, E., Schaeffer, F., de Oliveira, E., 2018b. Silver eel downstream migration in the River Rhine, route choice, and its impacts on escapement: A 6-year telemetry study in a highly anthropized system. *Ecol. Eng.* 123, 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.09.002>
- Vøllestad, L.A., Jonsson, B., Hvidsten, N. -A, Næsje, T.F., 1994. Experimental test of environmental factors influencing the seaward migration of European silver eels. *J. Fish Biol.* 45, 641-651. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1994.tb00930.x>
- Vøllestad, L.A., Jonsson, B., Hvidsten, N.A., Næsje, T.F., Haraldstad, Ø., Ruud-Hansen, J., 1986. Environmental Factors Regulating the Seaward Migration of European Silver Eels (*Anguilla anguilla*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43, 1909-1916. <https://doi.org/10.1139/f86-236>