

Ecologie et conservation des aloses de la façade atlantique dans un contexte de changement climatique : apports d'un modèle mécaniste de distribution

Encadrement

Directeur : Géraldine Lassalle, CR, UR EABX, équipe FREEMA

Co-directeur : Patrick Lambert, IDAE, UR EABX, équipe FREEMA

Laboratoire d'accueil

Irstea, UR EABX, Ecosystèmes Aquatiques et Changements Globaux, 50 avenue de Verdun, 33612 Gazinet-Cestas

Ecole Doctorale

Université de Bordeaux, école doctorale sciences et environnements ED 304

Descriptif

La majorité des stocks de poissons migrateurs amphihalins de l'Atlantique Nord sont en déclin (Limburg et Waldman, 2009) du fait d'un cumul de pressions anthropiques ou naturelles s'exerçant sur l'ensemble de leur cycle de vie. Parmi ces espèces, la grande alose a subi une chute drastique et continue de ses effectifs malgré des mesures de gestion telles que l'interdiction de la pêche depuis presque dix ans dans le cœur de son aire de répartition ou encore sa réintroduction en limite nord de répartition dans le Rhin (PLAGEPOMI Garonne 2015-2019). Ce constat généralisé a amené à modéliser la distribution des migrateurs amphihalins européens, dont la grande alose, pour élucider les variables environnementales expliquant leur répartition géographique (Béguer et al., 2007). Puis, à l'aide de ce type de modèles statistiques, la favorabilité des bassins versants européens a été calculée dans le contexte du changement climatique pour la fin du siècle (Lassalle et al., 2008 ; Lassalle et al., 2009 ; Lassalle et Rochard, 2009). Les migrateurs partagent les trois mêmes types de réponse que d'autres groupes taxonomiques à savoir : une contraction, une expansion ou une stabilité de leur aire de répartition (Lassalle, 2008 ; Lassalle et al., 2008). La grande alose appartiendrait à la première catégorie avec des bassins particulièrement affectés en limite sud de répartition. Ce premier exercice statistique a été complété par la construction d'un modèle mécaniste de distribution appelé GR3D pour les poissons anadromes (Rougier, 2014 ; Rougier et al., 2014). Son environnement physique représente l'Europe de l'Ouest et il a été calibré pour la grande alose. Les premières tentatives pour reproduire la répartition historique de l'espèce et simuler l'effet du changement climatique ont été probantes avec des conclusions convergeant avec celles de l'approche statistique (Rougier et al., 2015). Depuis lors, de nombreux travaux complémentaires ont eu lieu sur la grande alose : la modélisation de la répartition des habitats favorables en mer (Trancart et al., 2014 ; Dambrine, 2017), l'étude de la structure au sein des populations (Niarfeix, 2015 ; Randon et al., 2017), et des processus de philopatrie et d'errance (Martin et al., 2015 ; Randon et al., 2017). Les résultats semblent attester d'une répartition saisonnière des habitats en mer pour cette espèce allant, par moments, bien au-delà de la bande côtière du plateau, d'une favorabilité continue le long des côtes plutôt qu'en agrégats à l'embouchure des grands fleuves et d'échanges d'individus non-négligeables entre bassins versants avec une structure en métapopulations. Ces nouvelles connaissances se doivent d'être intégrées dans le modèle GR3D car elles contribueront à

améliorer son réalisme et ses performances, et donc la possibilité de l'utiliser pour aborder des questions fondamentales et appliquées en lien avec le changement climatique et la conservation. En effet, les modèles mécanistes de distribution restent peu nombreux malgré le développement de l'écologie prédictive et constituent une plateforme unique pour tester des hypothèses écologiques ou appliquer des scénarios de gestion.

La première partie de la thèse sera consacrée à améliorer la prédiction par GR3D de la distribution historique de la grande alose en Europe. Bien que probantes, les premières simulations tendaient à positionner la limite nord de répartition de l'espèce à la Seine alors que celle-ci se situe d'après la littérature au niveau du Rhin. Premièrement, le compartiment marin est, dans la version actuelle du modèle, structuré sous la forme d'entités marines en face de chacun des bassins versants que compte l'environnement physique de GR3D, soit 73 compartiments pour représenter un environnement complexe. Ce choix repose sur le postulat que les aloses vivraient plus vraisemblablement en mer à proximité de leur bassin de naissance. Ce postulat nécessite d'être révisé sur la base des nouvelles connaissances sur la favorabilité des habitats en mer des aloses (Dambrine, 2017) et sur l'origine natale d'individus capturés en mer (Nachon-Garcia et al., in prep). Ce « dialogue » entre milieu continental et milieu marin dans le modèle devra être réalisé afin de satisfaire au cas d'application de l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*), espèce « sœur » de l'Ouest de l'Atlantique-Nord pour laquelle la répartition en mer a déjà été aussi analysée et modélisée mais avec d'autres méthodes et sorties (Nye et al., 2009 ; Lynch et al., 2015 ; Cheung et al., 2015). La nouvelle version du modèle GR3D sera ainsi utilisée pour évaluer les échanges de carbone entre le milieu marin et le domaine continental opérés par le biais des aloses de la façade atlantique (grande alose et alose savoureuse), et d'une possible quantification des pertes de service occasionnées par la raréfaction de ces espèces. Cette approche d'écologie comparative permettrait d'étoffer les conclusions relatives à l'importance des aloses dans le fonctionnement global d'un système mais aussi d'évaluer l'applicabilité de GR3D à d'autres espèces de migrants amphihalins anadromes.

Deuxièmement, plusieurs études récentes attesteraient d'un fonctionnement en métapopulation chez la grande alose (Niarfeix, 2015 ; Randon et al., 2017). Leurs délimitations et les estimations plus précises de flux d'individus doivent être intégrées dans le modèle car cela pourrait contribuer à l'amélioration du réalisme des simulations de la répartition historique de la grande alose. De plus, les implications d'une structuration spatiale des bassins versants en « sources » et « puits » doivent être explorées en termes de potentialité de changement d'aire de répartition et de conservation.

Enfin, après l'amélioration du modèle GR3D avec les pistes mentionnées ci-dessus, les effets du changement climatique sur la répartition de l'alose devraient être simulés à l'horizon de la fin du siècle. Plusieurs processus dans le modèle GR3D sont dépendants de la température. Cet exercice sera réalisé selon trois alternatives : en considérant l'ensemble des bassins exempts de pressions anthropiques, en appliquant des pressions relatives pour rendre compte des différences entre bassins (Steffen et al., 2015), et en prenant en compte le fait que certains bassins bénéficient de mesures de restauration/gestion. Ceci implique comme prérequis de reproduire correctement dans GR3D la distribution actuelle de la grande alose en simulant les principales pressions telles que les obstacles à la libre circulation et la pêche en milieu fluvio-estuarien. L'objectif de cette partie est d'évaluer la capacité à se repositionner en fonction de l'état de conservation des populations et des habitats associés.

Profil du candidat

Le candidat recherché sera titulaire d'un Master 2 ou d'un diplôme d'ingénieur en agronomie ou environnement. Au cours de sa formation et de ses stages, il se sera formé en écologie du changement climatique et en écologie prédictive. Il sera familier notamment avec les notions de changement d'aire de répartition et des possibles mécanismes sous-jacents. De préférence, le candidat devra être intéressé par la conservation de la biodiversité. Il aura acquis de solides connaissances ou, tout du moins, aura une affinité forte pour la biomathématique/bioinformatique et la programmation en particulier (Java pour les simulations, R pour les analyses statistiques). Le candidat devra faire preuve d'autonomie tout en sachant s'entourer pour mener à bien son projet. De bonnes bases en anglais sont indispensables comme le candidat sera amené à interagir fréquemment avec des collègues américains et à faire un séjour dans un ou deux laboratoires aux Etats-Unis.

Contact e-mail : geraldine.lassalle@irstea.fr et patrick.lambert@irstea.fr

Références

- Béguer, M., Beaulaton, L., Rochard, E. (2007) Distribution and richness of diadromous fish assemblages in Western Europe: large scale explanatory factors. *Ecology of Freshwater Fish* 16: 221-237.
- Cheung, W.W.L., Brodeur, R.D., Okey, T.A., Pauly, D. (2015) Projecting future changes in distributions of pelagic fish species of Northeast Pacific shelf seas. *Progress in Oceanography* 130: 19-31.
- Dambrine, C. (2017) Distribution en mer de la grande alose et de l'alose feinte : apports de la modélisation empirique de niche écologique. Stade de fin d'études de l'ENSAIA – Nancy.
- Lassalle, G. (2008) Impacts des changements globaux sur la distribution des poissons migrateurs amphihalins - Une approche par modélisation à l'échelle continentale. PhD Thesis, Université Bordeaux I, 244 pages.
- Lassalle, G., Béguer, M., Beaulaton, L., Rochard, E. (2008) Diadromous fish conservation plans need to consider global warming issues: an approach using biogeographical models. *Biological Conservation* 141: 1105-1118.
- Lassalle, G., Béguer, M., Beaulaton, L., Rochard, E. (2009) Learning from the past to predict the future: responses of European diadromous fish to climate change. In: *Challenges for diadromous fishes in a dynamic global environment*. Vol. 69. *AFS Symposium* (Eds. A.J. Haro, K.L. Smith, R.A. Rulifson, C.M. Moffitt, R.J. Klauda, M.J. Dadswell, R.A. Cunjak, J.E. Cooper, K.L. Beal and T.S. Avery). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 175-193.
- Lassalle, G., Rochard, E. (2009) Impact of 21st century climate change on diadromous fish spread over Europe, North Africa and the Middle East. *Global Change Biology* 15: 1072-1089.
- Limburg, K.E., Waldman, J.R. (2009) Dramatic decline of North Atlantic diadromous fish. *BioScience* 59: 955-965.
- Lynch, P.D., Nye, J.A., Hare, J.A., Stock, C.A., Alexander, M.A., Scott, J.D., Curti, K.L., Drew, K. (2015) Projected ocean warming creates a conservation challenge for river herring populations. *ICES Journal of Marine Science* 72: 374-387.
- Martin, J., Rougemont, Q., Drouineau, H., Launey, S., Jatteau, P., Bareille, G., Berail, S., Pécheyran, C., Feunteun, E., Roques, S., Clavé, D., Nachón, D.J., Antunes, C., Mota, M., Réveillac, E., Daverat, F. (2015) Dispersal capacities of anadromous Allis shad population inferred from a coupled genetic and otolith approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 72: 991-1003.
- Niarfeix, T. (2015) Influence de la structuration spatiale de l'environnement physique dans un modèle mécaniste de distribution d'espèces – Changement d'aire de distribution de la grande alose dans le contexte du changement climatique. Stade de fin d'études de l'ISARA – Lyon.
- Nye, J.A., Link, J.S., Hare, J.A., Overholtz, W.J. (2009) Changing spatial distribution of fish stocks in relation to climate and population size on the Northeast United States continental shelf. *Marine Ecology Progress Series* 393:111-129.

Randon, M., Daverat, F., Bareille, G., Jatteau, Ph., Martin, J., Pecheyran, C., Drouineau, H. (2017) Quantifying exchanges of Allis shads between river catchments by combining otolith microchemistry and abundance indices in a Bayesian model. *ICES Journal of Marine Science*.

Rougier, T. (2014) Repositionnement des poissons migrateurs amphihalins européens dans un contexte de changement climatique - Une approche exploratoire par modélisation dynamique mécaniste. PhD Thesis, Université de Bordeaux, 189 pages.

Rougier, T., Drouineau, H., Dumoulin, N., Defuant, G., Rochard, E., Lambert, P. (2014) The GR3D model, a tool to explore the Global Repositioning Dynamics of Diadromous fish Distribution. *Ecological Modelling* 283: 31-44.

Rougier, T., Lassalle, G., Drouineau, H., Dumoulin, N., Faure, T., Deffuant, G., Rochard, E., Lambert, P. (2015) The combined use of correlative and mechanistic species distribution models benefits low conservation status species. *PLoS ONE* 10, e0139194.

Steffen, W, Broadgate, W, Deutsch, L, et al (2015) The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review* 2: 81-98.

Trancart, T., Rochette, S., Acou, A., Lasne, E., Feunteun, E. (2014) Modeling marine shad distribution using data from French bycatch fishery surveys. *Marine Ecology Progress Series* 511, 181-192.