



## Proposition de stage – Master II

### **Influence de la structuration de l'environnement physique dans un modèle mécaniste de distribution d'espèces sur les conclusions relatives au repositionnement des espèces**

#### **Questions et état de l'art**

Le changement climatique est reconnu comme ayant eu des effets sur la physiologie, la phénologie (ou le calendrier du cycle de vie) et la distribution des espèces (Parmesan, 2006, Parmesan & Yohe, 2003). Ces changements observés vont très vraisemblablement se poursuivre durant le 21<sup>ème</sup> siècle étant donnée l'accentuation du changement climatique prédite par les experts du GIEC sur cette période (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) (IPCC, 2013). Concernant les modifications des aires de répartition des espèces, des modèles statistiques ont été développés depuis les années 80 (e.g. Austin and Meyers (1996)). La première génération de modèles reposait sur les relations multiples existant entre les paramètres environnementaux décrivant le climat comme la température et les précipitations et la distribution observée d'une espèce (Guisan & Zimmermann, 2000). Ces modèles empiriques de distribution d'espèces ont été appliqués sur de nombreux taxa aquatiques (Buisson *et al.*, 2008, Lassalle *et al.*, 2008) et terrestres (Thuiller, 2003). Plus récemment, des modèles dits mécanistes de distribution d'espèces ont vu le jour. Ces derniers prennent en compte l'ensemble, ou une partie, des processus pouvant structurer la distribution spatio-temporelle des organismes (Morin *et al.*, 2008, Piou & Prevost, 2013). Le cycle de vie y est généralement formalisé mathématiquement par des équations dans lesquelles peut intervenir l'influence de la température. Ces modèles bien que déjà fort complexes n'intègrent pas encore certains processus clés dans la colonisation de nouveaux territoires par les espèces que ce soit dans le contexte du changement climatique ou dans celui d'invasions biologiques. Par exemple, les dynamiques sources-puits pouvant être définies simplement comme les échanges d'individus entre populations, ou encore la dispersion des individus correspondant à leur éloignement les uns par rapport aux autres sont des mécanismes complexes qu'il serait souhaitable de ne pas négliger dans l'étude du repositionnement des espèces face au changement climatique (Thuiller *et al.*, 2008).

Un modèle mécaniste de distribution d'espèces a été très récemment développé pour les poissons migrateurs amphihalins (Rougier *et al.*, 2014), c'est-à-dire des poissons dont la croissance et la reproduction se déroulent dans des milieux de salinité différente à savoir l'océan et les rivières (McDowall, 1988). Ceux qui se reproduisent en rivières et effectuent leur croissance en mer sont qualifiés de potamotoques. Parmi ceux-ci certains ont la particularité supplémentaire de retourner dans la rivière qui les a vus naître afin de se reproduire. Ce phénomène s'appelle le « homing » (Cury, 1994, Jolly *et al.*, 2012). D'autres à l'opposé d'un continuum sont décrits comme errants car ils choisissent comme tactique de vie d'explorer de nouveaux habitats pour leur reproduction. Dans ce contexte, la structuration de l'environnement physique dans un modèle comme GR3D étudiant le repositionnement des espèces devient capital.

Ce modèle GR3D pour « Global Repositioning Dynamics for Diadromous fish Distributions » est en cours d'application sur l'aloise européenne (*Alosa alosa*). Ce modèle a comme principales caractéristiques d'être stochastique, spatialement explicite et individu-centré. Son environnement physique correspond pour le moment aux principaux bassins versants et marins associés le long de la façade atlantique du sud de l'Espagne au sud de la Scandinavie pour lesquels la distribution de l'aloise européenne est connue de 1800 à nos jours. Le homing est quant-à-lui fixé à une valeur intermédiaire.

#### **Questions et objectifs**

Ce stage a pour objectif de quantifier l'importance de l'organisation spatiale de l'habitat dans le repositionnement des espèces, en identifiant notamment des patrons d'organisation favorables à la dispersion (e.g. petits bassins entourant un grand bassin versant ayant une forte capacité d'accueil), et d'autres au contraire non-favorables. Le lien avec l'écologie théorique et plus particulièrement avec la dynamique sources-puits dans la définition de la niche écologique des espèces devra être fait.

## **Méthodologie et Outils**

Ce stage repose principalement sur l'utilisation du modèle GR3D et donc nécessitera dans une première phase la découverte par l'étudiant(e) du code en JAVA, des interfaces utilisateur et leur maîtrise.

Par la suite, l'étudiant devra définir l'ensemble des environnements physiques qu'il sera opportun de tester. Premièrement, un critère de superficie pourra être appliqué en supprimant par exemple toute une classe de taille (les petits puis les grands bassins versants) de l'environnement physique initial. Deuxièmement, un critère reposant sur la notion de « population » dans GR3D pourra être lui aussi appliqué. Les populations identifiées comme « sources » et celles identifiées comme « puits » pourront être modifiées dans leurs proportions.

Enfin, ces différents environnements physiques devront être testés par simulations dans le modèle GR3D afin d'évaluer dans quelles mesures la persistance voire l'installation de populations sont modifiées.

En complément, ces scénarios concernant l'environnement physique pourront être rejoués en intégrant des changements dans le paramètre du modèle GR3D fixant la proportion d'individus errant. Cette proportion pourra être fixée alternativement à ses deux extrêmes, 0 et 100%. De même, l'effet Allee représentant la difficulté des individus reproducteurs à se rencontrer lorsqu'ils sont rares dans un bassin versant pourra être changé dans son intensité.

La démarche étant innovante, les résultats de ces analyses pourront être valorisés dans une publication à laquelle sera associé(e) le/la stagiaire.

## **Profil du candidat**

Ce stage nécessite des compétences et une affinité forte pour la biomathématique/bioinformatique et la programmation en particulier (Java pour les simulations, R pour les analyses statistiques). Des connaissances et un goût pour les questions d'écologie et de biologie constitue un plus pour l'appropriation de ce stage par l'étudiant(e). L'étudiant(e) doit aussi apprécier de travailler en autonomie mais en interaction régulière avec une équipe afin d'approfondir les réflexions scientifiques.

## **Localisation**

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

## **Indemnisation de stage**

Un tiers du SMIC par mois. La durée du stage est de 6 mois. Cent cinquante euros sont prévus pour des déplacements éventuels.

Pour candidater, envoyer votre CV et lettre de motivation à Patrick Lambert ([patrick.lambert@irstea.fr](mailto:patrick.lambert@irstea.fr)) et Géraldine Lassalle ([geraldine.lassalle@irstea.fr](mailto:geraldine.lassalle@irstea.fr)) avant le 19 décembre 2014.

## References

- Austin MP, Meyers JA (1996) Current approaches to modelling the environmental niche of eucalypts: implication for management of forest biodiversity. *Forest Ecology and Management*, **85**, 95-106.
- Buisson L, Thuiller W, Lek S, Lim P, Grenouillet G (2008) Climate change hastens the turnover of stream fish assemblages. *Global Change Biology*, **14**, 2232-2248.
- Cury P (1994) Obstinate nature: an ecology of individuals. Thoughts on reproductive behavior and biodiversity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **51**, 1664-1673.
- Guisan A, Zimmermann NE (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, **135**, 147-186.
- ipcc (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
- Jolly MT, Aprahamian MW, Hawkins SJ *et al.* (2012) Population genetic structure of protected allis shad (*Alosa alosa*) and twaite shad (*Alosa fallax*). *Marine Biology*, **159**, 675-687.
- 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.
- Mcdowall RM (1988) *Diadromy in fishes - Migrations between freshwater and marine environments*, London, UK, Croom Helm.
- Morin X, Viner D, Chuine I (2008) Tree species range shifts at a continental scale: new predictive insights from a process-based model. *Journal of Ecology*, **96**, 784-794.
- Parnesan C (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, **37**, 637-669.
- Parnesan C, Yohe G (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, **421**, 37-42.
- Piou C, Prevost E (2013) Contrasting effects of climate change in continental vs. oceanic environments on population persistence and microevolution of Atlantic salmon. *Global Change Biology*, **19**, 711-723.
- 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.
- Thuiller W (2003) BIOMOD - optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. *Global Change Biology*, **9**, 1353-1362.
- Thuiller W, Albert C, Araujo MB *et al.* (2008) Predicting global change impact on plant species' distribution: future challenges. *Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, **9**, 137-152.