

Sujet de thèse: Hétérogénéité individuelle de la croissance corporelle et dynamique des populations structurées par la taille

Directeur de thèse:

Jean-François Le Galliard, CNRS

Jean-François Le Galliard

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

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

Equipe:

Variabilité phénotypique et adaptation (VPA), Directeur: Tom van Dooren (CNRS)

<http://ieesparis.ufr918.upmc.fr/spip.php?article273&lang=en>

Publications récentes des directeurs de thèse avec leurs anciens doctorants:

Un total de 5 publications sur la dernière année avec des étudiants en thèse dont

1. Rutschmann, A., Miles, D. B., Le Galliard, J.-F., Richard, M., Moulherat, S., Sinervo, B. and J. Clobert. 2016. Climate and habitat interact to shape the thermal reaction norms of breeding phenology across lizard populations. *Journal of Animal Ecology* 85(2):457-466.
2. Martin, M., Meylan, S., Haussy, C., Decencièrre, B., Perret, S. and J.-F. Le Galliard. 2016. UV color determines the issue of conflicts but does not co-vary with individual quality in a lizard. *Behavioral Ecology* 27(1):262-270.
3. Mugabo, M., Le Galliard, J.-F., Perret, S., Decencièrre, B., Haussy, C. and S. Meylan. 2017. Sex-specific density-dependent secretion of glucocorticoids in lizards: insights from laboratory and field experiments. *Oikos*. In press.

Descriptif du sujet de thèse et méthodes envisagées:

La variabilité phénotypique dans les populations naturelles s'exprime par des différences de performances physiologiques, de comportements et de stratégies démographiques. En biologie des populations, il est classique de traiter cette variation comme un bruit aléatoire autour d'une moyenne. Des travaux récents rompent cependant avec cette vision et s'attachent à comprendre les effets écologiques de l'hétérogénéité individuelle. Ce projet s'inscrit dans la continuité de ce récent changement de regard en considérant les rétroactions entre la variabilité interindividuelle de taille corporelle et la dynamique de population.

La taille corporelle est un déterminant majeur de l'histoire de vie des plantes et des animaux (1). Variable dès la naissance, la taille d'un organisme croît généralement au cours de la vie selon des modes très différents entre espèces (2). La plupart des organismes à croissance continue sont capables d'atteindre au laboratoire des taux de croissance supérieurs à ceux observés en nature (3). On considère alors que le taux de croissance individuelle résulte d'un compromis d'allocation impliquant des coûts écologiques et physiologiques (4, 5). La trajectoire de croissance corporelle optimale est donc susceptible de varier en fonction de facteurs développementaux, génétiques, et environnementaux. La croissance précoce est déterminante du fait de la vulnérabilité de ce stade de vie et parce qu'elle détermine en grande partie la taille adulte et l'âge à maturité (e.g., 6, 7, 8). La plasticité de la croissance corporelle implique des réponses directes, mais aussi des réponses décalées tels que la croissance compensatoire (9).

Les effets de l'hétérogénéité individuelle sur la dynamique écologique et évolutive d'une population peuvent être étudiés en séparant la variation statique et flexible à l'aide de modèles de projection intégrale très récents (10). Cette approche nouvelle considère une population structurée par la taille, un cycle de vie saisonnier, une régulation densité-indépendante et une description statistique de la croissance individuelle. Au cours du projet de thèse, nous utiliserons ce cadre afin de le faire progresser:

' En utilisant des modèles phénoménologiques décrivant la diversité des trajectoires individuelles de croissance (2) ;

' En tenant compte des rétroactions entre la structure de taille de la population et les trajectoires individuelles de croissance afin de développer un modèle densité-dépendant (11);

' Et en analysant le comportement d'applications du modèle chez une espèce à croissance continue (lézard vivipare) qui tiendront compte de différentes formes d'hétérogénéité individuelle statique et/ou flexible observées en nature.

Le projet repose sur la combinaison d'activités de modélisation, d'analyses de données de croissance individuelle dans des populations, d'expériences de perturbations de la structure démographique et de calculs numériques et statistiques. Six objectifs et livrables sont attendus :

- 1 - caractérisation des propriétés d'un modèle de projection intégrale densité-indépendant incluant une description phénoménologique de la trajectoire de croissance;
- 2 - développement d'une version densité-dépendante du modèle incluant la compétition taille-dépendante pour les ressources;
- 3 - quantification dans une population naturelle de lézards vivipares suivie depuis 1990 (12) de l'hétérogénéité individuelle de croissance intégrant les facteurs génétiques (grâce à des pédigrées profonds), les facteurs environnementaux et le stade de vie;
- 4 - quantification des patrons de plasticité développementale de la taille corporelle de lézards vivipares dans des populations semi-naturelles suivies depuis 2006, notamment en fonction des ressources nutritives et de la densité de la population (13);
- 5 - analyse de la sensibilité de la croissance individuelle à la structure de taille de la population et quantification d'une fonction de compétition taille-dépendante grâce à une expérience réalisée dans des populations semi-naturelles de 2011 à 2013;
- 6 - paramétrisation et analyse numérique complète des propriétés d'un modèle de projection intégrale du lézard vivipare (14) tenant compte des résultats empiriques des tâches 3 à 5.

1. Kooijman, *Dynamic energy budget theory* (Camb. Univ. Press, London, 2010)
2. Pfister & Stevens, *Ecology* 83, 59 (2002)
3. Calow, *Am. Nat.* 120, 416 (1982).
4. Metcalfe & Monaghan, *Trends Ecol. Evol.* 16, 254 (2001).
5. Gotthard, *Integr. Comp. Biol.* 44, 471 (2004).
6. Hamel et al., *Ecology* 90, 1981 (2009).
7. Lindström, *Trends Ecol. Evol.* 14, 343 (1999).
8. Lummaa & Clutton-Brock, *Trends Ecol. Evol.* 17, 141 (2002).
9. Mangel & Munch, *Am. Nat.* 166, E155 (2005).
10. Vindenes & Langangen, *Ecology Letters* 18, 417 (2015).
11. Merow et al., *Methods Ecol. Evol.* 5, 99 (2014).
12. Le Galliard et al., *J. Anim. Ecol.* 79, 1926 (2010)
13. Mugabo et al., *J. Anim. Ecol.* 82, 1227 (2013)
14. Jaffré et al., *Oecologia* 182, 1031 (2017)

Stratégie de publication:

Chaque livrable fera l'objet d'une publication indépendante.

Réorientation possible du sujet si échecs:

Les tâches 1-2 et 3-5 sont organisées de manière indépendante afin que le risque soit faible de ne pas pouvoir mener à bien au moins une des deux approches (modélisation, analyses de données). Toutes les données à analyser ont déjà été récoltées et seront mises à disposition dès le début de la thèse. La tâche 3 associera Manuel Massot, Jean Clobert, Alexis Rutschmann et Murielle Richard du CNRS qui ont contribué à collecter et à mettre en forme toutes les données de suivi à long terme. Les tâches 4 et 5 seront effectuées en collaboration avec Sandrine Meylan dans notre laboratoire. Une réorientation possible en cas d'analyses de données non concluantes de la tâche 5 serait d'effectuer une expérience et des collectes de données complémentaires au cours de la thèse pendant une année. La tâche 6 sera ajustable aux conclusions des tâches 3-5.

Faisabilité sur 3 ans (échancier):

La première année de la thèse sera consacrée au développement des tâches 1 et 2 et à l'analyse des données récoltées sur le long terme dans une population naturelle (tâche 3). La deuxième année de la thèse permettra l'analyse exhaustive des données et la valorisation des analyses des tâches 4-5. Le premier semestre de la troisième année sera consacré à la réalisation de la tâche 6. La valorisation de la tâche 6 et la rédaction du mémoire de thèse seront effectuées au cours du dernier semestre.

Profil du candidat recherché:

Le (la) candidat(e) recherché(e) devra avoir de solides connaissances en démographie, analyses numériques, et méthodes statistiques, et des bonnes connaissances en écologie évolutive et écologie animale. Une très bonne maîtrise des approches mathématique de biologie des populations et la maîtrise des outils statistiques (modèles mixtes) sont demandés du fait des modèles et des analyses complexes qui seront développés au cours du projet. L'étudiant(e) devra participer au suivi annuel des populations afin de contribuer à la constitution des bases de données à long terme (environ 2 semaines à 1 mois par an).