

Partenaires de l'appel :

Bonduelle

communauté d'agglomération
grand
avignon

EFESE
L'expertise scientifique des territoires
à l'interface de l'écologie et du développement durable

LIFT
LABORATOIRE
D'INITIATIVES
FONCIÈRES ET
TERRITORIALES
INNOVANTES



Océanopolis
Brest

Parc
naturel
régional
de la région
de la Réunion

Rte

Avec le soutien de :

LVMH



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2019-2020

RÉSUMÉS DE STAGES



brgm

cirad
CENTRE DE RECHERCHE AGROSCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT

CNRS

Ifremer

INERIS
Institut National de l'Environnement
pour le Développement durable

INRAE

IRD
Institut de Recherche
pour le Développement
FRANCE

LVMH

MUSEUM
DES SCIENCES
D'ORLÈANS

OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ

AXE 1 - CONSERVATION : DYNAMIQUES DE LA BIODIVERSITE DANS LES TERRITOIRES

Suivi acoustique de la biodiversité d'une forêt froide d'exception sensible aux changements climatiques - Jérôme Sueur, Sylvain Hauptert - Laboratoire d'accueil : UMR Institut Systématique Évolution Biodiversité. [Page 6](#)

Etude de la viabilité d'une population végétale réintroduite dans la forêt de Fontainebleau - Nathalie Machon - Laboratoire d'accueil : UMR Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation. [Page 9](#)

Cartographie prédictive des forêts matures en France métropolitaine - Yoan Paillet - UP Laboratoire Écosystèmes et Sociétés en Montagne. [Page 12](#)

Intégration de la modélisation des dynamiques futures d'espèces à enjeux et des dynamiques d'occupation du sol dans le projet de territoire du PNR Loire-Anjou-Touraine - Francis Isselin - Laboratoire d'accueil : Cités, Territoires, Environnement et Sociétés. [Page 15](#)

Résistance et résilience de la dynamique du carbone des tourbières face à une modification du régime des précipitations - Vincent Jassey, Joséphine Leflaive - Laboratoire d'accueil : UMR Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement. [Page 18](#)

Ressources florales pour les pollinisateurs en milieu urbain : quel rôle de la flore ornementale ? - Mathilde Baude, Sébastien Bonthoux, Isabelle Dajoz, Nicolas Legay - Laboratoire d'accueil : EA Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures. [Page 21](#)

Services rendus par les herbiers de macrophytes : rôle sur la biodiversité - Gabrielle Thiebaut - Laboratoire d'accueil : UMR Ecologie, Evolution, Biodiversité. [Page 25](#)

Étude multi-échelles des effets directs et indirects de la pollution sonore associée aux activités nautiques sur la diversité planctonique des socio-écosystèmes lacustres - Vincent Médoc - Laboratoire d'accueil : UMR Institut des Neurosciences Paris-Saclay. [Page 29](#)

AXE 2 - TRANSITION AGRICOLE ET AGRO-ALIMENTAIRE

Adaptation d'un système expert pour l'évaluation des effets de l'agriculture sur la biodiversité aux systèmes maraichers et légumiers - Hayo Van Der Werf - Laboratoire d'accueil : UMR Sol Agro et hydrosystème Spatialisation. [Page 32](#)

Influence de la diversité intra-variétale du riz cultivé sur la structuration des populations du champignon *Pyricularia oryzae*, agent de la pyriculariose, et sur

l'évolution des effecteurs de pathogénie et les traits phénotypiques d'agressivité dans ces populations - Elisabeth Fournier - Laboratoire d'accueil : UMR Biologie et Génétique des Interactions Plantes-Parasites. [Page 35](#)

Comment optimiser l'importance des infrastructures agroécologiques pour les chiroptères en paysage agricole intensif ? - Kévin Barré - Laboratoire d'accueil : UMR Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation. [Page 38](#)

Agriculture biologique et construction territoriale : réflexion et analyse sur le caractère structurant de l'agriculture biologique dans les territoires en Lorraine - Stéphane Angles - Laboratoire d'accueil : EA Centre de Recherche en Géographie. [Page 42](#)

AXE 3 - CHANGEMENTS GLOBAUX ET GESTION DURABLE DE LA BIODIVERSITE DANS LES TERRITOIRES MARINS ET COTIERS

Variabilité spatiale à petite échelle de la diversité taxonomique des groupes dominants de phytoplancton dans un écosystème côtier soumis aux perturbations anthropiques - Philippe Pondaven - Laboratoire d'accueil: UMR Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin. [Page 45](#)

Étude de l'impact du Lithium sur l'intégrité épithéliale de l'éponge marine *Oscarella lobularis* - Emmanuelle Renard - UMR Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie. [Page 48](#)

Dynamique temporelle de la dissolution biogénique des carbonates à pH ambiant vs pH acidifié (Mayotte, Océan Indien Ouest) - Aline Tribollet, Julien Brajard - Laboratoire d'accueil : UMR Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques. [Page 51](#)

Sensibilité des biotopes benthiques profonds soumis à l'impact des pêcheries démersales : Peut-on observer l'impact de ces dernières sur l'intégrité des fonds ? - Sandrine Vaz - Laboratoire d'accueil: UMR Marine Biodiversity Exploitation and Conservation. [Page 54](#)

Évolution temporelle des différentes composantes de la biodiversité des poissons démersaux du golfe de Gascogne - Camille Albouy - Laboratoire d'accueil : UR Écologie et Modèles pour l'Halieutique. [Page 57](#)

Utilisation de l'ADN pour étudier la biodiversité du coralligène - Steve Comeau - Laboratoire d'accueil : UMR Laboratoire d'Océanographie de Villefranche. [Page 60](#)

Effet du réchauffement climatique sur la diversité en milieu portuaire : approche expérimentale à l'échelle des communautés macrobenthiques sur la diversité et le fonctionnement, impact sur les espèces exotiques envahissantes (EEE) - Dominique

Davault - Laboratoire d'accueil : UMR Adaptation et Diversité en Milieu Marin. [Page 63](#)

Diversity trajectory in increasingly perturbed seagrasses. An in situ manipulative experiment – Francesca Rossi – Laboratoire d'accueil : UMR Ecology and conservation science for sustainable seas. [Page 66](#)

AXE 4 - CHANGEMENTS GLOBAUX ET GESTION DURABLE DE LA BIODIVERSITE EN OUTRE-MER

Les oiseaux exotiques envahissants sur l'île de la Réunion : évaluation de l'importance des populations et des impacts sur la communauté native des oiseaux terrestres - Alexandre Villers, Cyril Eraud, François-Xavier Couzi - Laboratoire d'accueil : Unité Avifaune Migratrice. [Page 69](#)

Réponse des macrophytes aux changements climatiques dans les îles Kerguelen : apports de l'approche par hypervolumes - Anne-Kristel Bittebiere - Laboratoire d'accueil : UMR Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés. [Page 72](#)

AXE 5 - PERCEPTION ET REPRESENTATIONS DE LA BIODIVERSITE : LEVIERS D'ACTION

(Ré)agir face à "l'érosion de la nuit" : perception et représentations de la biodiversité et des paysages nocturnes - Johan Milan - Laboratoire d'accueil : UMR Laboratoire Dynamiques Sociales et recomposition des espaces. [Page 75](#)

Vie et mort des insectes : gestions contemporaines de l'entomofaune - Camila Leandro, Joanne Clavel, Nathalie Blanc - Laboratoire d'accueil : UMR Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Évolutive. [Page 79](#)

La Grenouille de Proust : qualifier le sentiment personnel de connexion à la nature comme levier de sensibilisation à la biodiversité - Sylvie Vanpeene - Laboratoire d'accueil: UR Écosystèmes Vulnérabilité, Environnement, Résilience. [Page 82](#)

L'animal sauvage en ville : processus relationnels humain-non humain en zone urbaine - Jean-Yves Georges, Marie Pelé - Laboratoire d'accueil : UMR Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien. [Page 85](#)

Modélisation qualitative des socio-écosystèmes marins en appui à la conservation de la biodiversité - Pierre Scemama, Frédérique Alban - Laboratoire d'accueil : UMR Aménagement des Usages des Ressources et des Espaces marins et littoraux. [Page 88](#)

Indicateurs bioculturels de bien-être : une co-construction avec les vigneronns de Gaillac (France) sur la représentation de la biodiversité - Sophie Caillon - Laboratoire d'accueil : UMR Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive. [Page 92](#)

AXE 6 - IMPACTS EVOLUTIFS (AU SENS DARWINIEN) DES ACTIVITES ANTHROPIQUES

Changement global et limites aux réponses plastiques des oiseaux sauvages : Effets des environnements précoces et de l'urbanisation sur la plasticité de la phénologie chez les mésanges - Céline Teplitsky - Laboratoire d'accueil : UMR Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive. [Page 96](#)

Conséquences écologiques des changements évolutifs de taille corporelle induit par la température - Arnaud Sentis, Fanny Colas, Martin Daufresne - Laboratoire d'accueil : Écosystèmes Vulnérabilité, Environnement, Résilience. [Page 99](#)

Ecological consequences of rapid evolution in ecosystems with tipping points - Vasilis Dakos, Nicolas Loeuille - Laboratoire d'accueil : UMR Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier. [Page 102](#)

Où les phénologies des herbivores vont-elles pouvoir suivre celles de leurs arbres hôtes sous changement climatique ? – Andréas Prinzing – Laboratoire d'accueil : UMR Écologie, Évolution, Biodiversité. [Page 105](#)

Intelligence artificielle pour le suivi acoustique de la biodiversité fonctionnelle

Réalisé par :

Alexandre FOLLIOU
Master Sciences de l'Ingénieur
Ingénieries des systèmes intelligents
Sorbonne Université

Sous l'encadrement de :

Jérôme SUEUR et Sylvain HAUPERT
Muséum national d'Histoire naturelle
Institut de systématique évolution biodiversité UMR 7205
Biodiversité : Interactions, adaptations, spéciation

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Le suivi de la biodiversité requiert le développement et le déploiement de techniques d'échantillonnage massif et d'identification automatique. L'écoacoustique est une discipline récente qui permet d'acquérir rapidement des données écologiques, à bas coût et sur des échelles spatio-temporelles larges. Jusqu'ici, l'écoacoustique s'est essentiellement concentrée sur la composition de la biodiversité mais très peu sur ses fonctions. Dans le cadre d'un suivi acoustique d'une forêt froide d'exception située dans le Haut-Jura (France), nous avons cherché à suivre les fonctions de pollinisation par les insectes et de dégradation des arbres par les pics.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

A partir d'un jeu de données préalablement acquis comprenant 137 087 fichiers audio d'une minute, des techniques d'intelligence artificielle ont été testées afin de détecter automatiquement le bourdonnement dû aux insectes et le tambourinage dû à la communication et à la recherche de nourriture des pics. Plusieurs méthodes de classification ont été utilisées et évaluées (HPSS, KNN, ADABOOST, CNN) à partir de données temps/fréquence. Le CNN a obtenu les meilleurs résultats (94 % de justesse, 91% de prédiction moyenne). Après plusieurs ajustements, le CNN optimisé a été appliqué au jeu de données complet.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Les tambourinages sont présents dans 0.11% des enregistrements et les bourdonnements dans 0.51% des enregistrements montrant des phénologies annuelles et quotidiennes typiques pour chaque fonction. Les détections indiquent pour la première fois que le tambourinage a lieu lorsque les températures sont basses (médiane de 8°C), la luminosité moyenne (médiane de 510 lux) et l'humidité relative élevée (médiane de 93 %), alors que le bourdonnement des insectes pollinisateurs a lieu lorsque les températures sont hautes (médiane de 17°C), la luminosité importante (médiane de 1800 lux) et l'humidité relative moyenne (médiane de 62 %). Il a ainsi été possible d'établir la phénologie et la niche climatique de chaque fonction, la pollinisation par les insectes et la dégradation des arbres par les pics. Une augmentation de 1.5°C favoriserait la pollinisation mais pénaliserait la dégradation des arbres.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Cette recherche démontre que l'écoacoustique peut non seulement apporter des informations sur la structure de la biodiversité (richesse, composition) mais aussi sur certaines de ces fonctions et ceci dans un processus scientifique totalement objectif, répétable et partageable. Le croisement de techniques d'intelligence artificielle, d'acoustique et d'écologie fournit des informations importantes localement, notamment pour les gestionnaires du site, le Parc Naturel Régional du Haut-Jura, mais aussi plus largement car les méthodes sont transférables dans d'autres contextes écologiques, terrestres ou marins.

Étude des effets des variations météorologiques interannuelles sur la dynamique d'une population végétale réintroduite (*Arenaria grandiflora* L.) dans la forêt de Fontainebleau

Réalisé par :

Marie Lamour

Biodiversité, Ecologie, Evolution

Ecologie de la Conservation et Ingénierie écologique : Recherche et Expertise
Sorbonne Université

Sous l'encadrement de :

Nathalie Machon

Museum National d'Histoire Naturelle

Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation UMR 7204

Ecologie, aménagement et biodiversité en milieu urbain

Idem pour encadrant secondaire

Jean-Baptiste Mihoub

Museum National d'Histoire Naturelle

Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation UMR 7204

Conservation et restauration des populations

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

La sabline à grandes fleurs (*Arenaria grandiflora*) est une Caryophyllacées retrouvée essentiellement en montagne. En France, elle se trouve également en plaine à Chinon (Vallée de la Loire) et dans la forêt de Fontainebleau (Ile-de-France). Suite à un changement dans la gestion forestière, les populations de Fontainebleau ont fortement décliné depuis les années 1990. De ce fait, cette espèce a fait l'objet d'un plan de réintroduction qui a débuté en 1996, en forêt de Fontainebleau. Depuis 2000, un suivi est effectué chaque année durant lequel sont relevés le nombre de fleurs et la taille de chaque individu, les nouveaux individus sont marqués.

Les objectifs de ce stage étaient (1) d'étudier les effets des variations météorologiques interannuelles sur les paramètres démographiques de la population (taux de survie, de reproduction, de fertilité), et (2) de tester l'efficacité du plan de réintroduction en conditions climatiques changeantes.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Grâce aux 20 ans de suivi individu-centré, une première approche avec l'analyse Capture-Marquage-Recapture (CMR) a été utilisée pour déterminer les paramètres démographiques de chaque stade (juvénile, adulte, sénescence). Les données issues de la station MétéoFrance de Melun ont été intégrées à l'analyse dans le but de mettre en évidence l'influence éventuelle des variations météorologiques interannuelles. Dans un second temps, une approche statistique complémentaire avec les modèles linéaires généralisés (GLM) a permis une approche plus fine des effets modérés et multiples. Enfin, une analyse de viabilité de la population de chaque site (Cuvier-Chatillon et Queue de Vache) a été effectuée. Trois scénarios ont été testés avec des valeurs démographiques moyennes, pessimistes ou optimistes.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Les populations d'*Arenaria* en forêt de Fontainebleau réagissent très faiblement aux variations météorologiques interannuelles. L'approche utilisant les GLM a permis de mettre en évidence un léger effet positif de la pluie et un léger effet négatif de la canicule sur la transition juvénile à adulte pour l'un des sites étudiés (Cuvier-Chatillon). L'analyse de la viabilité a montré un probable déclin global des populations sur les deux sites pour le futur. Bien que peu d'effets soient visibles aujourd'hui, les répercussions du réchauffement climatique sur cette espèce ne paraissent pas favorables sur le long terme.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Arenaria grandiflora est une espèce protégée au niveau régional dans la Loire et en Ile-de-France. De ce fait, étudier ses réponses face à un environnement changeant est primordial pour sa conservation. Ce stage a permis de montrer que les conditions météorologiques ne semblent pas impacter très fortement les paramètres démographiques de la plante, même si le réchauffement climatique pourrait jouer en sa défaveur. En revanche, la gestion récente par les forestiers est apparue comme intéressante pour redonner une certaine dynamique aux populations.

Modélisation de la distribution des forêts matures en France métropolitaine

Réalisé par :

Lucie Thompson
Agrocampus Ouest Rennes, diplôme d'ingénieur.e agronome
Master de Modélisation en écologie (MODE)
Université de Rennes 1

Sous l'encadrement de :

Yoan Paillet
Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et
l'Environnement (INRAE)
Laboratoire Ecosystèmes et Sociétés En Montagne (LESSEM)
Equipe Biodiversités et socio-écosystèmes. Conservation, restauration et
politiques de la nature (BIOSES)

Idem pour encadrant secondaire

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

La conservation des forêts françaises métropolitaines est une priorité grandissante pour les gestionnaires forestiers. Les forêts matures sont parmi les forêts au grand potentiel de conservation, abritant une importante biodiversité et offrant de nombreux services écosystémiques. Cependant, leur étude en France se limite généralement à l'échelle de quelques sites déjà largement connus.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Afin d'obtenir une vision d'ensemble sur l'état de maturité de la forêt française, nous avons cherché à caractériser et prédire la distribution statistique des peuplements matures en France métropolitaine. Pour cela, la maturité a été approximée par la durée depuis la dernière exploitation de placettes issue des données du Protocole de Suivi Dendrométrique des Réserves Forestières. Cette durée depuis la dernière exploitation a alors été décrite à l'aide d'un modèle linéaire mixte généralisé par des variables dendrométriques et de contexte.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Les variables dendrométriques retenues dans le modèle final étaient le volume de souches, celui de bois mort au sol et debout, la surface terrière de très gros arbres vivants, et la diversité de dendro-microhabitats ainsi que celle de stades de décomposition. Plus surprenant, nous avons aussi constaté que la densité de taillis influençait positivement la durée depuis la dernière exploitation. Le modèle obtenu a enfin été projeté sur les données de l'Inventaire Forestier National, afin d'obtenir une répartition statistique des forêts potentiellement matures en France métropolitaine.

La calibration d'un modèle estimant la maturité des peuplements forestiers français offre une meilleure compréhension de leurs dynamiques et de leur état de conservation. Ainsi, les hypothèses que nous avons émises basées sur la bibliographie sur les forêts matures ont pour la plupart confirmé les résultats précédents et pérennisent les indicateurs utilisés (dendro-microhabitats, bois morts, gros arbres etc). Nous avons pu constater que l'historique d'exploitation des forêts françaises, notamment en régime de taillis-sous-futaie, est toujours visible à ce jour, dans des réserves qui n'ont pas connu d'interventions majeures depuis des décennies. Cette connaissance est importante et permet de considérer de nouveaux indicateurs de maturité.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

L'estimation statistique de la proportion et de la répartition des forêts à maturité élevée en France métropolitaine est un premier pas vers une meilleure connaissance de la répartition des ressources en biodiversité du territoire. Leur connaissance pourra notamment permettre de mieux cibler les futures mesures de protection, restauration et de conservation des massifs forestiers, ainsi que des futurs travaux de recherche. Il serait par exemple intéressant d'aller vérifier les résultats prédits sur le terrain, et de superposer nos prédictions à des informations déjà relevées sur des massifs spécifiques ou à d'autres cartographies, notamment celles des forêts dites anciennes.

La valorisation du travail effectué est prévue sous la forme de la diffusion de nos résultats via la publication d'un article scientifique ainsi qu'avec notre participation à l'amélioration et à la publication d'un article sur la base de données d'inventaires forestiers utilisées pour nos analyses.

Évolution future de la structure du paysage et de la continuité écologique au sein du Parc Naturel Régional Loire-Anjou-Touraine

Réalisé par :

Alice Armand
Master Biodiversité Ecologie et Evolution (BEE)
Aix-Marseille Université

Sous l'encadrement de :

Francis Isselin-Nondedeu
Ecole Polytechnique de l'Université de Tours
Département d'Aménagement et d'Environnement (Landscape, Environment & Urban Planning)
UMR 7324 – CNRS CITERES & IMBE, UMR Université Aix-Marseille Avignon, 7263-CNRS, 237-IRD IRPNC (Ingénierie de la Restauration des Patrimoines Naturels et Culturels)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Plusieurs études ont montré que les activités humaines sont l'une des principales causes de l'érosion de la biodiversité. En effet, pour répondre à la croissance démographique et aux demandes de la société, le processus d'urbanisation, l'artificialisation des milieux naturels, s'est accéléré ces 30 dernières années fragmentant les paysages. De plus, l'intensification de l'agriculture a entraîné un déclin de la diversité des paysages et des espèces notamment avec la destruction des prairies et pelouses naturelles pour leurs conversions en cultures, pâturages intensifs ou peupleraies.

Ces problématiques sont prises en compte de façon territorialisée au sein des Parcs Naturels Régionaux (PNR) qui mettent en place un ensemble de dispositions dans le cadre de leurs chartes. Ainsi le PNR Loire-Anjou-Touraine fait face depuis de nombreuses années à la disparition de prairies humides, la disparition de haies, de développement de la populiculture, et en moindre mesure de l'urbanisation croissante, mettant en péril un certain nombre d'habitats et d'espèces. Les changements climatiques se surajoutent à cette dynamique de changements.

L'objectif de cette étude est de projeter l'évolution future possible de la structure du paysage du PNR dans les 30 prochaines années en prenant en compte ces contraintes. Nous nous focaliserons plus particulièrement sur les continuités des prairies et pelouses et comment cette évolution pourrait impacter trois espèces parapluies : *Phengaris arion*, *Fritillaria meleagris* et *Erinaceus europaeus*.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

La conservation du paysage peut se faire à l'aide de la planification environnementale facilitée par la modélisation. Cette dernière permet de trouver et hiérarchiser certaines zones au sein d'une large étendue spatiale, ce qui permet une analyse des effets de l'aménagement du territoire à une plus large échelle spatiale et temporelle. La modélisation permet une compréhension complète et systématique de la zone d'étude et permet de comparer plusieurs scénarios. Les modèles représentent un outil intéressant en gestion pour étudier les espaces et espèces en danger, et pour analyser comment certaines actions de gestion affectent le sujet étudié. Ainsi, les modèles permettent de mesurer les niveaux de connectivité au sein d'un paysage qui sont calculés en utilisant la fonction du coût demandé par l'espèce pour se déplacer entre taches d'habitats. Ce type d'approche peut intégrer des facteurs comme la qualité de l'habitat, la présence/absence de l'espèce, l'occupation du sol, et la résistance de l'habitat qui peut fonctionner comme barrière ou comme stepping-stone à la dispersion de l'espèce.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

La fragmentation des prairies sèches et humides et des pelouses naturelles est aujourd'hui déjà importante, et selon les simulations le serait plus encore dans les 30 prochaines années. Par ailleurs, leur surface est également en déclin, grignotée par les plantations de monoculture, comme les peupleraies, et l'étalement urbain.

Fritillaria meleagris : les zones identifiées comme les plus favorables par le modèle sont des habitats ouverts (prairies et/ou pelouses). Ces zones favorables longent les cours d'eau, et sont donc des zones avec une forte rétention en eau du sol. Ces zones sont fragiles, car cantonnées aux cours d'eau et sont soumises à des transformations importantes comme l'étalement urbain présent tout le long des bords de la Loire et particulièrement autour de Saumur. Aussi, ces zones correspondent aux habitats favorables aux peupliers qui sont souvent utilisés dans la gestion des zones humides. Ainsi, les plantations de peupleraies ferment ces habitats favorables à la Fritillaire qui ont ainsi un faible degré de connectivité.

Phengaris arion : les hotspots favorables sont des milieux ouverts, et particulièrement les prairies sèches que l'espèce préfère. Au Sud du PNR, on trouve de vastes plaines agricoles défavorables à l'espèce. Activité souvent associée à la destruction des haies pouvant servir de corridor écologique et la destruction d'habitats naturels telles que les prairies et pelouses permanentes.

Erinaceus europaeus : zones favorables principalement le long des cours d'eau et proches de zones urbaines, notamment autour de Saumur. Le hérisson, comme « urban adapter », s'adapte à l'expansion périurbain car les jardins lui serviraient de corridors de dispersion, de refuges, et de ressources alimentaires. Malgré sa forte capacité de dispersion, l'analyse de connectivité du paysage n'est globalement pas très bonne pour le hérisson. Les taches d'habitats et les liens de dispersion ne sont pas nombreux. Cela peut s'expliquer par l'aspect généraliste de l'espèce qui préfère les pelouses rases et terres arables mais se trouve aussi bien en des zones urbaines que rurales.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

La démarche méthodologique et les résultats vont être discutés avec le PNR et notamment dans le cadre de modifications de sa Charte pour évaluer les apports possibles. Sur un plan plus fondamental, il s'agit ici d'une des premières approches territorialisées de ce genre de modèle. L'objectif à moyen terme est de rendre plus appliqué et accessible ce type de démarche, notamment dans le champ de l'aménagement du territoire.

Résistance et résilience de la dynamique du carbone des tourbières aux changements de précipitations

Réalisé par :

Vincent Moulia

Master chimie et sciences du vivant

Parcours biologie moléculaire et microbiologie de l'environnement (BME)

Université de Pau et des Pays de l'Adour

Sous l'encadrement de :

Vincent Jassey, CRCN CNRS

Institut écologie et environnement du CNRS

Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement, UMR 5245

Équipe Écologie des communautés : interactions, interfaces et contraintes (CIRCE)

Co-encadrante

Janna Barel, post-doctorante

Institut écologie et environnement du CNRS

Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement, UMR 5245

Équipe Écologie des communautés : interactions, interfaces et contraintes (CIRCE)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Le changement climatique influence fondamentalement le fonctionnement des écosystèmes. Les modèles de projection prédisent, avec l'augmentation de la température, un fort changement dans les régimes de précipitations avec une augmentation de la fréquence des périodes de sécheresse couplées à des événements de précipitations moins fréquentes mais plus intenses. Dans ce contexte, les tourbières nordiques risquent d'être fortement impactées par cette évolution des précipitations. En effet, les tourbières sont des puits de carbone majeurs à l'échelle mondiale étroitement liés aux conditions de saturation en eau. Or, une modification du régime des précipitations est susceptible de fortement modifier le cycle du carbone des tourbières et ainsi transformer ces écosystèmes en source plutôt qu'en puits de carbone. L'objectif de ce stage était donc de tester comment les changements de précipitations influencent la résistance et la résilience de la dynamique du carbone des tourbières.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Dans cette étude en laboratoire, nous avons appliqué, selon les projections climatiques, une échelle d'intensité de sécheresse couplée à de fortes précipitations sur des carottes de tourbière prélevées dans une tourbière des Pyrénées. Six scénarios de précipitation ont ainsi été construits, le scénario 6 étant le plus extrême en termes de durée des sécheresses et d'intensité des événements pluvieux. La somme des précipitations était identique entre les différents scénarios, seules la durée des sécheresses et l'intensité des précipitations variaient. L'expérience s'est déroulée en deux phases : une phase de résistance aux variations de précipitations, qui a duré 70 jours ; et une phase de résilience aux changements de précipitation qui a duré 20 jours.

Pendant 90 jours, les flux de carbone ont été suivis : dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4), et carbone organique dissouts (COD). Des mesures de décomposition à l'aide de sachet à litière ont également été réalisées.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Les principaux résultats ont montré que la hauteur de la nappe d'eau était restée constante entre les différents scénarios pendant la phase de résistance de l'expérience, ce qui était voulu et attendu. Cependant, nos différents scénarios ont engendré une forte variabilité de la nappe d'eau au cours du temps, ce qui était également souhaité et attendu. En réponse à cette variabilité hydrologique, les entrées de carbone par photosynthèse (CO_2) et les sorties de carbone par

respiration (CO₂ et CH₄), ainsi que le COD ont été impactés. La photosynthèse et la respiration CO₂ ont eu tendance à augmenter avec l'augmentation de la variabilité de la nappe d'eau. Les longues périodes de sécheresse favorisaient les plantes vasculaires, mais aussi l'activité microbienne comme suggéré par l'augmentation de la décomposition. Les flux de méthane ont fortement diminué avec l'augmentation de la variabilité de la nappe d'eau car les longues sécheresses apportaient de l'oxygène et arrêtaient l'activité des méthanogènes. En parallèle, nous avons observé une forte baisse des flux de COD, ce qui suggère que la forte variabilité de la nappe d'eau diminuait les pertes de carbone dissout. Bien qu'une certaine résilience a été observée pour l'ensemble de ces processus, nous avons également constaté que certains effets perduraient dans le temps. En termes de bilan, nos résultats sont plutôt positifs quant au devenir des tourbières en tant que puits de carbone puisque le bilan carbone est resté positif.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Ces résultats présentent une avancée majeure dans la compréhension de la façon dont les futures projections du changement climatique peuvent influencer la résistance de la dynamique du carbone dans les écosystèmes terrestres comme les tourbières, qui sont fortement impliquées dans le stockage du carbone. Bien que sur le court terme ces résultats sont plutôt rassurants quant au devenir des tourbières et de leurs services écosystémiques (ex. puits de carbone), sur le long terme ces résultats sont inquiétants car l'augmentation de la respiration CO₂ et de la décomposition suggèrent une perte de carbone plus importante de la part de ces écosystèmes, ce qui pourrait renforcer les changements climatiques et leurs effets. Ces résultats peuvent être utiles pour les gestionnaires des tourbières car ils montrent l'importance de maintenir un niveau de nappe d'eau le plus constant possible pour espérer faire perdurer le bon fonctionnement des tourbières.

Ces résultats vont être valorisés dans une publication prévue dans l'édition spéciale du journal *Frontiers in Earth Science : Observing, Modeling and Understanding processes in natural and managed peatlands*. Cette publication sera libre d'accès. Ces résultats feront également l'objet d'une conférence au congrès annuel de la *British Ecological Society* en décembre prochain.

Préférences des insectes pollinisateurs et des humains envers les traits floraux de plantes en milieu urbain : convergence ou divergence ?

Réalisé par :

Léna Jeannerod
Mention Biodiversité, écologie et évolution
Parcours Gestion adaptative de la biodiversité
Université d'Aix-Marseille

Sous l'encadrement de :

Mathilde Baude
Université d'Orléans – UFR Sciences et techniques
Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures
UPRES EA 1207 / USC INRA 1328
Equipe biologie et entomologie appliquée

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Pour faire face au déclin mondial des insectes pollinisateurs, des recherches ont montré que les espaces verts urbains pourraient offrir des opportunités pour la conservation des pollinisateurs grâce à d'importantes ressources alimentaires. Cependant, ces espèces florales sont souvent ornementales et des études les présentent comme moins favorables aux pollinisateurs par rapport à des espèces spontanées. Or, les espèces ornementales sont potentiellement plus appréciées par le public et ont l'avantage de fleurir sur une plus longue durée. Nous questionnons donc l'intérêt des plantes ornementales en milieu urbain en identifiant les traits floraux qui influencent les visites des insectes pollinisateurs. Parallèlement, nous définirons les préférences du public en termes de traits floraux. Enfin, nous déterminerons s'il y a convergence ou divergence entre les « préférences » florales des pollinisateurs et du public et nous identifierons des espèces florales favorables aux deux entités.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Pour identifier les traits floraux qui influencent l'attractivité des espèces florales aux pollinisateurs, nous avons analysé le nombre de visites de pollinisateurs par espèce florale en fonction des traits floraux caractéristiques de ces espèces et nous avons comparé le nombre de visites observées par rapport au nombre attendu aux vues des abondances florales. Les données de visites de pollinisateurs ont été récoltées dans les parcs urbains de Paris sur 222 espèces florales dans le cadre d'une thèse réalisée par V. Zaninotto (IEES Paris). Les traits de chaque espèce florale ont été extraits à partir des bases de données de plantes.

Parallèlement, nous avons construit un questionnaire en ligne interrogeant les personnes sur leurs préférences florales. Plus de 1500 participations ont été reçues. Un score d'appréciation moyen a été obtenu pour 40 espèces florales de notre jeu de données. Nous avons analysé ce score en fonction des traits floraux et des profils des participants pour déterminer les facteurs qui influencent les préférences du public.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Nos résultats montrent que les espèces florales spontanées sont plus visitées que les espèces ornementales et plus attractives (au vu de leur abondance). Cela pourrait s'expliquer par le fait que les espèces ornementales sont moins adaptées à l'entomofaune locale et ont du pollen ou du nectar inadéquat ou inaccessible aux pollinisateurs. La hauteur des espèces florales, permettant l'attraction des fleurs à

longue distance, affecte positivement leur fréquentation par les pollinisateurs. Néanmoins, la couleur, la symétrie et le type d'inflorescence des espèces florales n'influençaient pas le nombre de visites de pollinisateurs. Dans cette étude, nous nous sommes concentrés sur l'ensemble des insectes pollinisateurs (tous groupes confondus), ce qui peut avoir masqué les effets de ces traits floraux sur certains groupes de pollinisateurs.

Concernant le public, nos résultats montrent que les personnes préfèrent les espèces ornementales. Mais cette préférence était modulée par les connaissances des participants. En effet, les personnes évoluant dans le domaine de l'environnement ou ayant une meilleure connaissance des fleurs ont des préférences moins marquées pour les espèces ornementales par rapport aux espèces spontanées. Aussi les résultats montrent que les personnes partagent des préférences communes pour certains traits floraux (couleur, type d'inflorescence), mais ces préférences sont également conditionnées par leurs profils (sexe, âge, connaissances).

Notre étude a montré une forte divergence entre les « préférences » de traits floraux par les pollinisateurs et le public en milieu urbain. Effectivement, les insectes pollinisateurs visitent plus fréquemment des espèces florales spontanées alors que le public préfère des espèces ornementales. Cependant, la connaissance du public pouvant influencer cette préférence suggère que l'éducation à l'environnement est un levier permettant de concilier attentes des citoyens et protection de la biodiversité.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

D'après notre étude, les espèces florales spontanées sont plus favorables pour les pollinisateurs alors que le public préfère les espèces ornementales. De plus, les espèces spontanées font partie intégrante de la biodiversité locale et de la tradition culturelle. Par conséquent, dans la mesure du possible, l'implantation de plantes spontanées dans les zones urbaines devrait être encouragée, tandis que les espèces ornementales devraient être sélectionnées avec une grande prudence. En mettant en regard les espèces attractives pour les pollinisateurs avec celles préférées par le public, nous pouvons identifier une liste d'espèces satisfaisant les deux identités telles que la Bourrache ou l'Œillet des Chartreux. Ces informations peuvent être utiles pour les gestionnaires, paysagistes et jardiniers. En perspective, nous avons quantifié le nectar fourni pour 20 espèces florales ornementales (données actuellement en cours d'analyse). L'analyse de ces données permettra d'étayer nos conclusions et de cibler les espèces ornementales apportant le plus de ressources nectarifères aux insectes pollinisateurs. Comme l'ont montré nos résultats, une meilleure connaissance de la nature influence les préférences florales du public. Ainsi, des efforts de sensibilisation du public pourraient aider à l'acceptation d'une plus grande part d'espèces florales spontanées en milieu urbain. Cette approche

servira à accroître la biodiversité et à favoriser l'expérience directe de la nature par les citoyens.

Impact de la présence et de la gestion des herbiers de macrophytes aquatiques sur les communautés de zooplancton et de phytoplancton

Réalisé par :

Augustin SOULARD

Master : Biodiversité, Ecologie, Evolution

Parcours : Patrimoine Naturel et Biodiversité

Établissement d'inscription : Université Rennes 1

Sous l'encadrement de :

Gabrielle THIEBAUT

UMR CNRS 6553 Ecosystèmes, Biodiversité et Evolution

Evolution, Structure Et Dynamique de la Diversité

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Les proliférations de plantes aquatiques affectent de nombreux plans d'eau. Elles sont responsables de multiples nuisances (entrave à la circulation des bateaux, gêne à la pratique des activités de loisir, etc.). Perçues négativement, de nombreux moyens financiers et humains sont alloués chaque année dans le but de les gérer (Hussner *et al.*, 2017). Malgré les efforts consentis, la gestion ne permet souvent que de limiter temporairement leur extension. Cette situation amène de plus en plus de gestionnaires à s'interroger sur le bien-fondé d'une telle gestion. Afin d'aider à la prise de décision, nous chercherons à analyser les effets des herbiers denses de macrophytes aquatiques et de la gestion par faucardage sur la structure et la composition des communautés de zooplancton. Notre hypothèse est que la gestion par arrachage induirait des modifications dans la structure et la composition du zooplancton car les végétaux servent de refuge au zooplancton contre la prédation par les poissons.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

L'espèce cible pour la gestion est la jussie, espèce exotique envahissante réglementée au niveau Européen (liste des EEE, juillet 2016). L'approche utilisée est une approche BACI « *Before After Control Impact* ». Le site d'étude retenu est le Lac de Grand-Lieu (Réserve Naturelle Nationale) situé à proximité de Nantes. Il est scindé en deux zones : une zone témoin et une zone d'expérimentation dans laquelle un arrachage manuel de jussies a été effectué. Dans chaque zone, avant et après l'arrachage de jussies, 10 à 20 L d'eau de surface (selon la densité en zooplancton) ont été prélevés puis passées dans un filtre à travers des mailles de 60 μm , puis les échantillons ont été placés dans de l'eau distillée. Les individus ont été identifiés au genre pour les cladocères et à l'ordre pour les copépodes (*calanoides*, *cyclopoïdes*). Nous avons compté et identifié au moins 400 individus dans chaque échantillon.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Il n'existe pas d'évolution significative de la densité en zooplancton entre avant et après la gestion pour les zones témoins et expérimentales (Figure 1a). La diversité de Shannon a tendance à diminuer dans la zone expérimentale entre avant et après la gestion comme illustrée dans la figure 1b.

La diversité de Shannon est significativement plus faible dans la zone expérimentale une semaine après l'arrachage au temps T1 comparée à celle mesurée dans la zone témoin à la date t1 (Figure 1b). L'équitabilité est de manière hautement significative

plus faible dans la zone expérimentale que celle calculée dans la zone témoin à la date t1 (Figure 1c). Ainsi, la gestion a diminué la diversité en zooplancton et a favorisé la dominance de certains taxons.

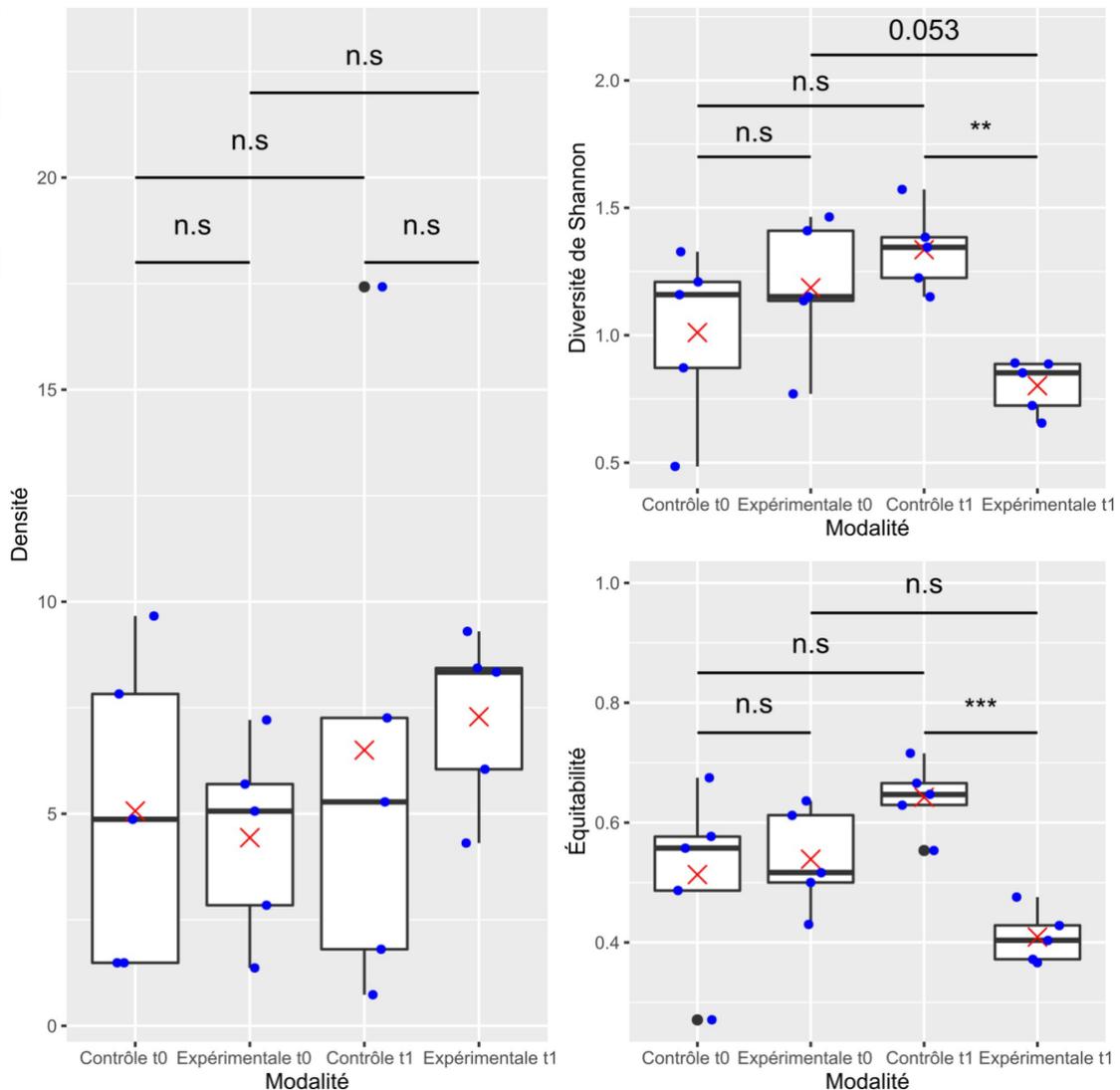


Figure 1 : Boxplot représentant la densité (a), diversité de Shannon (b) et équitabilité (c) en zooplancton : T0 : avant arrachage, T1 : 1 semaine après l'arrachage. La croix rouge indique la moyenne et les points bleus, les valeurs des répliques. Avec $p > 0,1$: n.s ; $p < 0,05$ * ; $p < 0,01$ ** ; $p < 0,001$ ***.

La présence d'herbiers structure la densité et/ou la diversité du zooplancton dans les sites. De manière générale, les indices de diversité sont effectivement plus importants dans les herbiers que dans l'eau libre. Ces résultats sont en accord avec la littérature (Bertolo *et al.*, 1999 ; Bolduc *et al.*, 2020 ; Van Onsem *et al.*, 2010). Le zooplancton trouve refuge dans les herbiers dès lors qu'il a des capacités de nage suffisante (Choi, Jeong, La, *et al.*, 2014). Le zooplancton va ainsi se concentrer en journée dans les herbiers pour s'y abriter de la prédation par les poissons (Burks *et al.*, 2006 ; Van Donk & van de Bund, 2002). Notre hypothèse est validée.

De plus, suite à la gestion la répartition des espèces au sein du zooplancton serait déséquilibrée, permettant à certains taxons d'être plus abondants et de dominer (par exemple le genre *Bosmina*).

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Ce stage est en adéquation avec l'axe "Dynamiques de la diversité dans les territoires" et les thèmes sur les mesures des interactions (Espèces-habitats et services-fonctions) et ceux de l'Efese. Il devrait permettre de renforcer la capacité des acteurs à prendre en compte la biodiversité dans leurs décisions de gestion et de tenir compte des services rendus par les macrophytes sur la biodiversité, de changer le regard des différents acteurs sur les herbiers de plantes aquatiques. Le lac de Grand Lieu est une Réserve Naturelle Nationale avec une activité de pêche professionnelle. Les résultats de pêches électriques effectuées en parallèle ont montré le rôle des herbiers comme refuge pour le poisson et l'effet de la gestion sur les communautés piscicoles. Une présentation des résultats auprès des gestionnaires et de divers acteurs est envisagée. De même, la valorisation de ces résultats est prévue sous forme de présentation à un colloque.

Effet des bruits des bateaux sur une communauté d'eau douce en mésocosme.

Réalisé par :

Mélanie Gouret
Master 2 Sciences de la mer
Parcours Interactions biotiques et Perturbations Anthropiques en
environnement marin
Université de Toulon

Sous l'encadrement de :

Vincent Médoc, Maître de Conférences
Université Jean Monnet – Saint-Etienne
Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (UMR CNRS INSERM)
Equipe de Neuro-Ethologie Sensorielle (ENES)

Idem pour encadrant secondaire

Emilie Rojas, Doctorante
Université Jean Monnet – Saint-Etienne
Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (UMR CNRS INSERM)
Equipe de Neuro-Ethologie Sensorielle (ENES)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Dans les eaux douces, la pollution sonore (anthropophonie) est reconnue comme un stresser environnemental émergent susceptible de s'amplifier. A l'heure actuelle, les réponses individuelles (et principalement comportementales) au bruit sont bien décrites mais on ne sait pas si elles sont susceptibles de se propager à l'échelle de la communauté. Notre objectif fut de tester, à l'échelle d'une chaîne alimentaire à trois niveaux trophiques, si l'altération du comportement alimentaire des poissons par les bruits de bateaux à moteur pouvait indirectement défavoriser les producteurs primaires en raison d'un relâchement du contrôle trophique sur le zooplancton.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

L'expérience s'est déroulée dans douze bassins de 10m³ de la plateforme Planaqua hébergée par le Cereep Ecotron Ile-De-France. Deux facteurs à deux modalités ont été croisés : la longueur de la chaîne avec la présence ou l'absence de gardons (16 par bassin) et la condition sonore avec la présence ou l'absence de bruits de bateaux (3 réplicas par traitement). Le zooplancton, le phytoplancton, les nutriments et les principaux paramètres physico-chimiques ont été suivis pendant six semaines à raison de deux prélèvements par semaine. Au terme de l'expérience, les poissons ont été pêchés puis répartis en groupes de trois individus afin d'étudier leur comportement alimentaire en aquarium. Un fois de plus, deux facteurs à deux modalités ont été croisés : la préexposition au bruit selon la condition sonore pendant les six semaines de suivi (absence ou présence de bruits de bateaux) et la condition sonore pendant l'expérience de prédation avec absence ou présence de bruits de bateaux.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Une analyse factorielle multiple visant à discriminer les bassins en fonction de l'intégralité des variables de réponse a confirmé l'homogénéité des bassins au début de l'expérience. Avec le temps, les bassins avec gardons se distinguent progressivement des bassins sans gardon par une forte quantité en chlorophylle, suggérant la mise en place d'une cascade trophique. En revanche, la condition sonore ne permet pas de discriminer les bassins (chevauchement constant des ellipses de confiance). Une analyse plus fine (modèles linéaires) sur la variation du ratio de la quantité de chlorophylle sur la quantité en cladocères (le taxon zooplanctonique qui répond le plus à la présence des gardons) a confirmé la mise en place d'une cascade trophique avec un effet positif significatif de la présence de gardons sur le ratio. Une fois de plus, aucun effet significatif du bruit sur le ratio n'a

été mise en évidence. La prise alimentaire des gardons qui n'ont jamais été exposés au bruit fut significativement réduite par la présence de bruits de bateaux suggérant un effet de distraction ou une réponse de stress. En revanche, la prise alimentaire des gardons pré-exposés aux bruits de bateaux pendant le suivi n'a pas été réduite par la diffusion de bruits de bateaux suggérant une possible habituation. Nos résultats suggèrent que les réponses individuelles comportementales des gardons aux bruits de bateaux ne se propagent pas aux dynamiques planctoniques, le long de la chaîne trophique, en raison d'un phénomène d'habituation. Les prochaines analyses nous permettront de tester l'impact sur la composition des communautés.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Cette étude est l'une des rares, et la première en eau douce, à avoir établi le lien entre la réponse individuelle au bruit et son implication écologique à l'échelle de la communauté. C'est donc une contribution importante à notre compréhension de l'impact écologique de l'anthropophonie. Une publication dans une revue scientifique internationale à comité de lecture est envisagée.

Paramétrer un système expert (SALCA-BD) pour l'évaluation de l'impact sur la biodiversité des productions légumières

Réalisé par :

Maria Vittoria GUIDOBONI
Double Diplôme en Organic Agriculture
Spécialisation : Agroécologie
Wageningen University and Research (WUR) & ISARA - LYON

Sous l'encadrement de :

Hayo VAN DER WERF
Institut national de la recherche agronomique et environnemental (INRAe)
Unité Mixte de Recherche Sol Agro et hydrosystème Spatialisation (UMR SAS)

Idem pour encadrant secondaire

Antonin PEPIN
Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL)
Institut national de la recherche agronomique et environnemental (INRAe)
Unité Mixte de Recherche Sol Agro et hydrosystème Spatialisation (UMR SAS)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

L'évaluation de l'impact des activités agricoles sur la biodiversité est un thème très discuté parmi les chercheurs en agronomie et en écologie. Le système expert SALCA-BD (*Swiss Agricultural Life Cycle Assessment - Biodiversity*) est un outil qui permet d'évaluer l'impact potentiel des pratiques agricoles sur la biodiversité en grandes cultures, en prairies, dans les infrastructures écologiques (i.e. espaces semi-naturels comme les haies, mares, etc.), et en vergers, mais pas pour les productions légumières. L'objectif du stage était de paramétrer SALCA-BD pour l'évaluation des productions légumières et de le tester sur des cas divers.

Ce stage s'intègre dans une thèse menée à INRAE et financée par le CTIFL, visant à évaluer les performances environnementales des fermes maraichères en agriculture biologique, au moyen de l'analyse de cycle de vie (ACV). L'utilisation de SALCA-BD permettra de compléter l'ACV et d'évaluer l'impact des productions agricoles sur la biodiversité.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

La première étape a consisté à paramétrer SALCA-BD pour les productions légumières. Les différents légumes ont d'abord été regroupés grâce à une analyse factorielle, afin de constituer les possibles habitats pour la biodiversité. Les pratiques agricoles spécifiques aux productions légumières ont été identifiées, puis une analyse bibliographique a permis de collecter des données concernant les impacts de ces pratiques sur les taxons utilisés dans le paramétrage de SALCA-BD. Les résultats ont été discutés et complétés par des entretiens avec des experts en biodiversité et en productions légumières.

La deuxième étape a permis de tester l'outil, par une analyse de sensibilité *One-at-a-time* – consistant à changer une variable à la fois – et une analyse de sensibilité systémique dans laquelle deux systèmes légumiers extrêmes en termes d'intensité de pratiques ont été comparés.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Les possibles habitats pour la biodiversité dans les cultures légumières ont été identifiés selon des caractéristiques morphologiques (hauteur et couverture du sol) et physiologiques (durée pendant l'année et présence de fleurs) des différents légumes. Dix catégories de légumes, chacune présentant des caractéristiques homogènes, ont été créées afin de simplifier l'utilisation de l'outil. Les pratiques agricoles spécifiques pour les productions légumières, qui ont été implémentées

dans SALCA-BD, sont liées au contrôle des mauvaises herbes : couverture du sol avec le paillage organique, toile tissée, ou plastique ; binage manuel ou mécanique ; traitements thermiques.

L'analyse de sensibilité *One-at-a-time* a révélé que faire varier la nature de l'habitat (i.e. le légume cultivé) avait plus d'effet sur la biodiversité que de varier les pratiques agricoles pour le contrôle des mauvaises herbes. L'analyse de sensibilité du système a démontré que le système de gestion à haute intensité avait un impact plus fort sur la biodiversité que celui à basse intensité. Ce résultat est conforme aux études précédentes dans lesquelles l'outil a été testé et validé pour les prairies et les grandes cultures. Sur l'ensemble des analyses menées, la modification des pratiques à l'échelle du système a présenté la variation la plus importante sur la biodiversité. Cela suggère l'intérêt de considérer une approche « système » dans la recherche d'amélioration de l'état de la biodiversité en milieu agricole.

En général, les performances de l'outil ont été conformes aux hypothèses utilisées lors de son paramétrage. Tout au long du stage, une à deux réunions mensuelles avec Philippe Jeanneret, le chercheur d'Agroscope ayant créé SALCA-BD, ont permis de s'assurer de la conformité de la démarche d'adaptation de l'outil.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Le stage a permis d'adapter l'outil SALCA-BD aux productions légumières, aboutissant à un module « légume » fonctionnel et intégré à l'outil initial. Pour les concepteurs de SALCA-BD (Agroscope), ce travail constitue un enrichissement de leur outil, étendant son champ d'application à de nouvelles cultures. Un article scientifique à soumettre dans une revue à comité de lecture sera rédigé en collaboration avec les chercheurs d'Agroscope.

Ce travail a fourni une approche originale de classification des légumes, s'appuyant sur une division des légumes sur des critères objectifs, qui permet d'agréger la diversité des légumes et d'aboutir à un outil plus simple à utiliser. Cette approche peut être reprise dans d'autres travaux sur les légumes.

L'outil sera utilisé dans la thèse dans laquelle s'inscrit ce stage, afin d'évaluer l'impact potentiel sur la biodiversité de plusieurs fermes produisant des légumes en agriculture biologique. Ces fermes présentent des caractéristiques de cultures, de tailles et de pratiques variées, ce qui nécessite un outil suffisamment sensible pour prendre en compte ces différences, ce qui est le cas de SALCA-BD.

Influence de la diversité intra-variétale du riz cultivé sur la structuration des populations du champignon *Pyricularia oryzae*, agent de la pyriculariose, et sur l'évolution des traits phénotypiques d'agressivité dans ces populations

Réalisé par :

Jean LEGEAY

Master Biologie Ecologie Evolution

Parcours Dynamique des Interactions Plantes-Hôtes-Environnement

Université Montpellier

Sous l'encadrement de :

Elisabeth FOURNIER

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

UMR Biologie et Génétiques des Interactions Plantes-Parasites

Ecologie Biologie Evolutive des Champignons Phytopathogènes

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Dans l'agriculture moderne, la lutte contre les agents pathogènes repose sur la monoculture de variétés résistantes génétiquement uniformes. Mais les agents pathogènes évoluent rapidement pour contourner ces résistances, conduisant à l'usage croissant de pesticides. La culture de nombreuses variétés plus diverses génétiquement est une alternative potentielle qui permettrait d'éviter l'émergence de pathogènes agressifs. L'agrosystème traditionnel rizicole des terrasses du Yuanyang en Chine du Sud-Ouest est un bon exemple de maintien d'une forte diversité cultivée intra- et inter-variétale. L'introduction récente d'une variété moderne et son succès croissant auprès des agriculteurs, permet d'étudier l'effet de l'homogénéisation de la diversité cultivée sur l'évolution des populations pathogènes. Notre objectif a été d'étudier les effets de l'introduction de la variété moderne dans les terrasses du Yuanyang sur l'évolution des populations du champignon pathogène du riz *Pyricularia oryzae*.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Chaque variété traditionnelle est composée de nombreux génotypes. La variété moderne (Hongyang) est a priori génétiquement plus homogène. Des populations fongiques ont été collectées sur Hongyang et sur une variété traditionnelle (Acuce) dans des villages traditionnels où de nombreuses variétés traditionnelles sont maintenues et dans des villages modernes où Hongyang occupe plus de 50% de la surface cultivée. A l'aide de données SNPs acquises sur les deux variétés, nous avons testé si la diversité génétique est plus faible dans Hongyang. A l'aide de données microsatellites acquises sur les populations fongiques, nous avons testé l'effet de la variété et du type de village sur la structure génétique des populations fongiques. A l'aide de mesures d'agressivité obtenues par inoculations croisées d'isolats fongiques issus de plantes Acuce et Hongyang, nous avons testé l'effet de la variété d'origine et de la variété inoculée sur l'agressivité du pathogène.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Contrairement à notre hypothèse de départ, aucune différence significative n'a été observée entre les deux variétés pour les diversités génétiques et génotypiques, mesurées sur la base de SNPs pris aléatoirement dans le génome. Il se peut néanmoins que la diminution supposée de la diversité génétique dans Hongyang soit restreinte à certaines régions du génome non couvertes par les SNPs analysés. L'analyse des données microsatellites des populations de *P. oryzae* échantillonnées sur les deux variétés dans les deux types de village, montre que ni la variété d'origine, ni le type de village, ne modifie significativement la diversité allélique des

populations. En revanche, la diversité génotypique des populations fongiques est significativement plus élevée sur la variété traditionnelle et dans les villages traditionnels. Ainsi, la variété moderne Hongyang sélectionne une population de génotypes moins diversifiée que la variété traditionnelle. Les inoculations croisées, réalisées en conditions contrôlées, d'isolats issus de chaque variété sur des plantes de chaque variété, montrent une augmentation de l'agressivité générale des isolats fongiques issus de Hongyang, et ce sur les deux variétés. Les isolats fongiques issus de Hongyang sont donc plus agressifs et plus généralistes que les isolats issus de Acuce.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Même si les diversités génétiques intra-variétales semblent similaires dans Acuce et Hongyang, l'introduction de la variété moderne dans le système traditionnel des terrasses, en créant des zones de diversité cultivée plus faible du fait d'une diminution du nombre de variétés localement cultivées, semble bien diriger l'évolution des populations de l'agent pathogène vers une situation défavorable aux cultures. En effet, cette variété sélectionne un petit nombre de génotypes fongiques qui sont à la fois plus agressifs et plus généralistes. Des enquêtes réalisées auprès d'agriculteurs de la zone par des chercheurs en sciences économiques et de gestion, ont d'ailleurs montré que les agriculteurs de la zone, après avoir adopté la variété moderne pendant quelques années, ont désormais tendance à délaisser du fait de problèmes sanitaires importants sur la variété moderne mais aussi sur les variétés traditionnelles. L'homogénéisation du paysage variétal a donc un effet rapide et négatif sur le contrôle des maladies des plantes. Nos résultats appuient l'hypothèse que le recours à une diversité cultivée plus élevée peut améliorer la lutte contre les maladies dans le contexte d'une agriculture moderne.

Ces résultats seront complétés par des analyses de génomique des populations visant à étudier la dynamique évolutive des gènes impliqués dans les interactions avec l'hôte dans les populations fongiques issues des deux variétés. L'ensemble fera l'objet d'un article scientifique soumis à une revue internationale.

Comment optimiser l'importance des infrastructures agroécologiques pour les chauves-souris en paysage agricole intensif ?

Réalisé par :

Constance Blary

Master 2 Ethologie et Ecologie (Université Jean Monnet, Saint Etienne) & Etude d'ingénieur des systèmes agricoles et agroalimentaires durables au Sud (SAADS) (Montpellier SupAgro)

Université Jean Monnet & Institut Agro – Montpellier SupAgro

Sous l'encadrement de :

Barré Kévin

Muséum national d'Histoire naturelle

Centre d'écologie et des sciences de conservation, UMR7204

Écologie des Communautés, Macro-écologie et Conservation (CoMaC)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

La simplification des paysages par intensification agricole est reconnue comme un facteur de déclin de la biodiversité. Dans ces paysages, les patches d'habitats semi-naturels et leurs connexions sont importants pour la plupart des taxons, en particulier les groupes mobiles tels que les chauves-souris. Les corridors écologiques tels que les haies sont particulièrement importants pour la recherche de nourriture et les déplacements. Cependant, l'intérêt de certains habitats linéaires tels que les bords de champs herbacés, largement présent dans ces paysages, reste à notre connaissance non étudiée pour les chauves-souris, bien que l'on sache qu'ils constituent un habitat important pour d'autres taxons tels que leurs proies. Plus généralement, bien que d'autres infrastructures agroécologiques soient largement étudiées telles que les haies, la gestion optimale en termes de structure verticale et horizontale ainsi que la disposition dans la matrice restent très peu étudiées.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Nous avons mesuré l'activité des chauves-souris en juillet et août 2015 par des relevés acoustiques sur 237 sites d'étude dans un paysage agricole intensif (région Île-de-France, France). Nous avons comparé simultanément chaque nuit et sur des nuits entières, l'activité des chauves-souris à différentes distances des bords des champs, et au long d'un gradient de densité en bords des champs. Lorsque nous avons échantillonné les bords de champ, nous avons conservé autant de variation que possible dans les autres variables environnementales et paysagères (diversité paysagère, forêts, haies, zones humides, réseau routier principal, zones urbaines et prairies), afin de comparer l'effet des bords de champ avec ces variables connues pour être pertinentes pour les chauves-souris. Nous avons également chaque nuit conservé une variabilité dans les types de haies (structure horizontale et verticale) pour comparaison, ainsi qu'une diversité dans leur positionnement vis-à-vis des éléments paysagers.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Nous avons montré que l'activité du groupe des *Myotis* et *Plecotus*, c'est-à-dire des espèces à forte exigence écologique, était négativement corrélée à l'augmentation de la distance aux bords des champs (c'est-à-dire en s'éloignant vers les cœurs de cultures). De la même façon, l'activité de ces groupes était également positivement corrélée à l'augmentation de la densité en bords de champs. Nous avons aussi trouvé que l'ampleur de l'effet bénéfique des bords de champs pouvait être

comparable à d'autres variables importantes telles que les haies, les zones urbaines, les routes principales ou les prairies. Cependant, contrairement à certaines variables environnementales qui expliquent quasi-systématiquement l'activité de toutes les espèces (tels que la diversité paysagère ou la quantité de forêt), les bords de champs n'ont d'influence que sur 1 groupe parmi les 4 espèces/groupes d'espèces étudiés et les deux variables de communauté (richesse spécifique et spécialisation à l'habitat).

Les haies quant à elles étaient d'autant plus bénéfiques aux chauves-souris que leur structure était complexe, à savoir multi strates, les plus hautes possible, les plus continues et densément connectées possible. Cependant une diversité de types de haies dans un même paysage, quelques discontinuités offrant plus de surface de lisière, influencent aussi positivement les espèces. En revanche plus la longueur des discontinuités dans les haies est forte et moins cela sera favorable aux chauves-souris.

Globalement les infrastructures agroécologiques étudiées (haies et bords de champs) sont d'autant plus bénéfiques aux chauves-souris que le paysage est dégradé. Il semblerait que, dans les paysagères les plus dégradés, l'ajout de haies de très bonne qualité soit l'unique façon (comparativement aux autres haies et aux bords de champs herbacés) d'améliorer la situation. Par exemple l'ajout de bords de champs herbacés dans les zones très urbanisées, ou à paysage très simplifié, est inefficace.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Ce stage apporte pour la première fois des éléments sur l'effets des bords de champs sur les chauves-souris. Ce résultat est très intéressant car ce type d'habitat est extrêmement peu coûteux et facile à créer, notamment dans le contexte de la séquence ERC, par exemple. La richesse du stage permet aussi de modérer ces résultats en les confrontant à d'autres habitats d'importance et en étudiant la variation des effets potentiels en fonction du contexte paysager dans lequel nous nous trouvons. Ces résultats ont donc un potentiel appliqué très fort. La partie du stage focalisée sur les bords de champs est d'ores-et-déjà soumise pour publication dans un journal scientifique international (*Agriculture, Ecosystems and Environment*), actuellement en cours d'évaluation par les pairs : Blary C., Kerbiriou C., Le Viol I., Barré K. *Do field margins matter for bats in intensive agricultural landscapes?* (Under review).

Enfin le stage revisite également la thématique des haies et plus généralement de l'écologie du paysage. Beaucoup d'analyses ont été réalisées et nous ont permis d'obtenir un regard général sur les caractéristiques structurelles et l'agencement des haies dans le paysage qui influencent le plus les chauves-souris, de même qu'une comparaison des gains apportés par différentes infrastructures en fonction

de la qualité du paysage. De grands patterns se dégagent et nous espérons pouvoir valoriser scientifiquement ces autres recherches et en dégager des messages clairs et appliqués.

Agriculture biologique et construction territoriale : analyse des dynamiques à l'origine de la création de « bio-territoires » et identification des potentialités territoriales en Lorraine

Réalisé par :

Paul SWIEGOT

Master Géographie Aménagement Environnement Développement

Parcours Paysage Patrimoine Environnement, 2^{ème} année

Université de Lorraine

Sous l'encadrement de :

Stéphane Angles

Université de Lorraine

Laboratoire d'Observation des Territoires (LOTERR)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Dans le cadre de la crise écologique qui se profile, l'agriculture, notamment l'agriculture conventionnelle est pointée du doigt pour son impact négatif sur l'environnement. L'agriculture biologique, connue pour ses bienfaits écologiques, semble offrir, pour partie, une solution. L'agriculture biologique en plus de ses bénéfices écologiques répond à des enjeux économiques et sociaux des territoires. Ce travail souhaite montrer les effets positifs et mobilisateurs de l'agriculture biologique dans les territoires et leurs dynamiques. Il y est donc question d'étudier les processus de création de projets de « bio-territoires », c'est-à-dire des espaces expérimentaux dans lesquels l'agriculture biologique devient un élément central au profit du respect du patrimoine naturel pour une transition économique et écologique. À partir des premiers résultats obtenus, ce travail essaiera aussi d'identifier les potentialités des territoires pour l'émergence de tels projets en Lorraine.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

La crise sanitaire de 2020 a fortement perturbé le travail initial qui devait s'appuyer sur un travail d'enquête qualitatif. Notre étude s'appuie donc essentiellement sur un travail de recherche bibliographique exhaustif afin de réaliser un état de la recherche sur l'agriculture biologique placée au centre de projets de territoire. Afin de saisir l'insertion de l'agriculture biologique dans le système agri-alimentaire local, cette étude a mobilisé la théorie des transitions sociotechniques.

A partir des résultats de cette synthèse bibliographique, une modélisation des processus associant agriculture biologique et projet de territoires est établie et permet de dégager une méthodologie afin d'étudier la potentialité des territoires, en particulier dans l'ancienne région Lorraine. Cette mise en application des résultats permet un regard critique et d'affiner les modèles obtenus.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

S'appuyant sur les impacts bénéfiques offerts par l'agriculture biologique, les « bio-territoires » offre une réponse aux diverses problématiques des espaces ruraux. Ils permettent ainsi de redynamiser des territoires ruraux en déprise agricole et économique, parfois jusqu'à redéfinir leur identité. Mais ce type de projets est encore très récent et rare. Face à la diffusion de l'agriculture biologique les territoires présentent une importante disparité : certains facteurs tels le système de production ou le système agri-alimentaire dans lequel s'inscrit l'exploitation contribuent largement au processus de conversion. L'étude du projet « Biovallée »

confirme la pertinence de ces facteurs de diffusion de l'agriculture biologique dans le cadre de l'émergence d'un « bio-territoire ».

Notre travail montre la place fondamentale du jeu d'acteurs dans la réussite de ces projets. Les premiers adoptants de l'agriculture biologique forment des groupes en rupture avec le système agri-alimentaire local. S'ils arrivent à s'organiser pour investir la gouvernance locale, ils peuvent influencer ce système et ainsi faire évoluer l'agriculture biologique du statut d'alternative à celui de solution et ainsi, accélérer la diffusion de l'agriculture biologique au niveau local.

En s'intéressant à la structure agraire et à l'organisation des acteurs de l'agriculture biologique, il est possible d'identifier les territoires les plus susceptibles de devenir des « bio-territoires ». Par cette méthode, le Toulousain et le sud-est des Vosges apparaissent comme deux territoires lorrains offrant de réelles potentialités pour des projets de « bio-territoires ». De tels projets ne pourront se concrétiser qu'avec une volonté réelle des territoires et des acteurs.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Grâce notre recherche bibliographique, nous entendons ouvrir un champ nouveau de la recherche en nous centrant sur l'articulation créatrice entre agriculture biologique et projet de territoire. Ce champ inédit appréhende le développement de l'agriculture biologique sous le prisme d'actions politiques collectives et territoriales. Il peut donc servir de base pour un travail plus approfondi sur le sujet. Nous faisons apparaître la nécessité d'avoir un regard critique des premières tentatives de « bio-territoires » afin d'en identifier les processus, mais aussi les freins et verrous à leur création. Ce travail utilise des méthodes transversales des sciences humaines comme la théorie des transitions sociotechniques afin d'éclairer les changements sociaux et les trajectoires sociotechniques observés. Notre approche tente de mettre en lumière une méthode pour identifier les territoires potentiels pour des projets de « bio-territoires ».

Ce travail met en avant l'importance des dynamiques entre les acteurs locaux pour favoriser et pérenniser de tels projets. Il montre donc l'importance d'étudier l'agriculture biologique dans le champ de la géographie sociale en se démarquant des approches sociologiques du processus de conversion ; nous souhaitons privilégier une entrée par le territoire capable de saisir les processus de diffusion de l'agriculture biologique.

Analyse de la signature isotopique de l'azote ($\delta^{15}\text{N}$) des acides aminés par GC/C/IRMS – Application à l'étude de la biodiversité du plancton dans un écosystème côtier : la rade de Brest (programme objectif plancton)

Réalisé par :

Bastien HERVE
Master *Chimie*
Mention *Sciences Analytiques*
Université de Strasbourg

Sous l'encadrement de :

Philippe PONDAVEN (Maître de conférences)
Université de Brest, Institut Universitaire Européen de la Mer IUEM/UBO
Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin, LEMAR UMR 6539
Equipe de recherche *Discovery*¹
Rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané

Rudolph CORVAISIER (IR CNRS)
Université de Brest, Institut Universitaire Européen de la Mer IUEM/UBO
Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin, LEMAR UMR 6539
Rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané

¹ <https://www-iuem.univ-brest.fr/lemar/recherche/equipe-discovery/>

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Les microalgues, ou phytoplancton, occupent une place prépondérante dans le fonctionnement des écosystèmes côtiers. Situées à la base des réseaux trophiques, elles soutiennent une part importante de la productivité des systèmes, ainsi que divers services écosystémiques (e.g. conchyliculture).

Dans un contexte de changement global, les objectifs du projet sont d'identifier et de comprendre les mécanismes qui contrôlent la variabilité spatiale et temporelle de la diversité spécifique et trophique des communautés planctoniques dans un écosystème côtier – la rade de Brest - soumis à diverses perturbations anthropiques. La rade de Brest est un objet d'étude privilégié au Lemar, caractérisé par une forte dynamique saisonnière des communautés planctoniques, incluant des efflorescences récurrentes d'espèces de phytoplancton « toxiques ». Ce système alimente par ailleurs des activités (pêche & conchyliculture) qui dépendent, directement ou indirectement, de la productivité des communautés planctoniques.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Le contexte général du stage est associé au programme *objectif plancton*. Brièvement, le programme *objectif plancton* est une opération de sciences participatives qui a pour objectif de suivre et de caractériser la diversité spécifique et trophique des communautés d'organismes planctoniques en rade de Brest. Trois fois par an, 15-17 plaisanciers échantillonnent de manière simultanée – i.e. au même instant « t » - la masse d'eau. Sur chaque échantillon, une analyse de la diversité du plancton est réalisée ; celle-ci est complétée par des mesures de température et de salinité, de turbidité, et des analyses de la teneur en éléments nutritifs majeurs (N, P, Si).

Dans le cadre spécifique du stage, une attention particulière a été portée à la mise au point, à l'IUEM/LEMAR, du protocole d'analyse de la signature isotopique en azote ($\delta^{15}\text{N}$) d'acides aminés par GC/C/IRMS; ceci afin de caractériser la variabilité de la position trophique des organismes planctoniques en rade de Brest.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

En préambule, il est important de noter que la crise sanitaire COVID-19 a fortement impacté le déroulement du stage (durée du stage: 10 février - 26 juin 2020). En particulier les parties qui concernaient la récolte d'échantillons en rade de Brest dans le cadre d'*objectif plancton*, ainsi que l'analyse de la position trophique des organismes planctoniques n'ont pas pu être réalisées comme prévues.

Ceci étant dit, le stage a permis de franchir des étapes importantes concernant la mise au point du protocole d'analyse de la signature isotopique $\delta^{15}\text{N}$ d'acides aminés par GC/C/IRMS.

Dans un premier temps, Bastien Hervé a commencé par réaliser une bibliographie approfondie des différents protocoles d'analyses de la signature $\delta^{15}\text{N}$ des acides aminés par GC-C-IRMS : méthodes de dérivation, protocoles analytiques par GC (*Gaz Chromatography*), etc. Suite à cela, il a appliqué un protocole de dérivation déjà publié (N-acetyl-isopropyl, NAIP), et réalisé plusieurs séries de tests sur des standards d'acides aminés certifiés. Ces tests ont permis d'optimiser certaines phases critiques du protocole, en particulier la séparation des pics par GC, des mesures de répétabilité (amplitude du signal, rapports isotopiques $^{15}\text{N} : ^{14}\text{N}$, etc.). Au final, cette phase protocole a pu être validée et intégrée à l'échelle de la plateforme d'isotopie de l'IUEM (<https://www.pso-brest.org/>). Les résultats obtenus montrent en effet une bonne séparation des acides aminés par GC, ainsi qu'une bonne reproductibilité des résultats sur plusieurs séries de mesures.

En conclusion, les résultats du stage, bien que limités en raison de la crise sanitaire, permettent d'envisager une finalisation et une validation du protocole d'ici le printemps 2021.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Une fois la méthode validée, elle permettra de caractériser et de suivre la variabilité spatiale et temporelle de la structure des communautés planctoniques, ainsi que la position trophique de différents groupes d'organismes planctoniques au sein d'un même écosystème (la rade Brest). Ces connaissances pourront avoir plusieurs applications. En effet, évaluer cette variabilité spatiale à petite échelle, et comprendre les mécanismes qui la sous-tendent – i.e. pourquoi telle espèce et pas une autre se développe à tel endroit et à telle période de l'année -, présentent un intérêt non seulement en terme de recherche fondamentale, mais également en terme de recherche appliquée ; notamment lorsqu'il s'agit de prévoir les changements/évolutions de la qualité biologique des eaux, ou d'évaluer le risque de dispersion de phycotoxines – produites par plusieurs genres de microalgues présentent en rade de Brest tels que *Alexandrium sp.* ou *Pseudo-nitzschia sp.*, dans des écosystèmes qui alimentent une économie liée au tourisme, à l'aquaculture ou à la pêche.

Étude de l'impact du Lithium sur l'intégrité épithéliale de l'éponge marine *Oscarella lobularis*

Réalisé par :

Matthieu de la Rosa
Master Sciences de la mer
Parcours Biologie et Ecologie marine
Aix-Marseille Université

Sous l'encadrement de :

Emmanuelle Renard
Aix-Marseille Université
Institut Méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale
(IMBE, UMR 7263)
Origine et Evolution de la Biodiversité

Idem pour encadrant secondaire

Julien Issartel et Carole Borchiellini
Aix-Marseille Université
Institut Méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale
(IMBE, UMR 7263)
Origine et Evolution de la Biodiversité

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Le lithium est un contaminant émergeant, présent à l'état naturel dans la croûte terrestre sous forme minérale et dans l'eau. Connue depuis le début des années 1800, c'est durant la Seconde Guerre mondiale que le lithium commence à être massivement exploité et commercialisé. Il est principalement connu pour ses applications dans l'industrie lourde et son utilisation en médecine psychiatrique. Il possède des effets neurotoxiques et néphrotoxiques chez l'homme. Cependant, son impact sur les écosystèmes et les autres organismes reste encore peu étudié à ce jour. Depuis une vingtaine d'années seulement, des études sur sa dynamique dans le sol, l'eau, les réseaux trophiques ou encore son impact sur divers organismes commencent tout juste à être effectuées. En conséquence, certains effets intéressants et très contrastés du lithium, comme sa propension à induire des stress oxydatifs ou bien augmenter la longévité de certains organismes, ne sont observés que depuis très récemment et chez un nombre restreint d'espèces. De ce fait, le lithium constitue pour l'instant un potentiel xénobiotique. Avec l'augmentation croissante de ses utilisations et rejets dans l'environnement, il représente une menace sans doute sous-estimée qui nécessite des études approfondies.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Durant le stage, différentes expérimentations sur l'espèce choisie auraient dû être mises en œuvre : tests de mortalité (LC50), estimation de l'effet du LiCl sur l'expression de gènes impliqués dans la réponse au stress oxydatif et la détoxification des métaux, ainsi qu'évaluer l'impact sur la régénération. Malheureusement en janvier et février, du fait de conditions météorologiques défavorables, des échantillons biologiques pour lancer des tests préliminaires de mortalité n'ont pu être obtenus que deux fois ; puis le confinement est arrivé interdisant tout accès au laboratoire. Le stage initial qui devait être expérimental s'est transformé en synthèse bibliographique.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Le lithium a été surtout étudié pour ses effets neurotoxiques sur l'humain lors de traitements en psychiatrie. Si ces études sur la santé existent depuis longtemps, il en va autrement pour les études environnementales. Le lithium n'est que depuis peu considéré comme un contaminant : les études environnementales sur le degré de contamination des sols, des eaux ou des organismes et les études écotoxicologiques sont majoritairement postérieures à l'an 2000, et il n'existe pour l'instant que peu d'études au niveau des réseaux trophiques (bioaccumulation, bioamplification).

Comparé à d'autres contaminants, le lithium semble avoir une toxicité moyenne. Aucune étude n'a démontré d'effets mutagènes ou cancérigènes et les empoisonnements nécessitent des doses élevées. Les effets neurotoxiques et néphrotoxiques décrits chez l'Homme se retrouvent chez le rat. D'autres effets, comme des dommages oxydatifs, ont été observés chez un nombre restreint d'organismes (rat), rendant impossible une interprétation à l'échelle de la faune. Les effets les plus largement décrits actuellement sont des effets tératogènes chez des vertébrés, des céphalopodes, des arthropodes, des gastéropodes, des échinodermes, des nématodes et des porifères. L'effet direct du LiCl sur la protéine GSK3 (élément pivot de voies de signalisation) n'a cependant pas été montré chez la plupart des métazoaires. Paradoxalement, le lithium peut être bénéfique à petites doses, en améliorant l'espérance de vie de certaines espèces (nématodes), la résistance à différents stress et une meilleure croissance (plantes). Il s'agit là encore de travaux effectués sur peu d'espèces. Il faudrait donc déterminer la concentration seuil entre effets bénéfiques et effets délétères chez un plus grand nombre de taxons.

Les données sur les impacts du lithium restent donc parcellaires et peu généralisables. Avec l'augmentation des rejets dans l'environnement, cette incertitude fait de cet élément une menace potentielle et sans doute sous-estimée. Cette synthèse bibliographique appelle donc à généraliser et standardiser les études sur les effets toxicologiques du lithium afin d'évaluer objectivement les risques pour les organismes et l'environnement.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Nous prévoyons de traduire cette synthèse bibliographique afin de la publier sous la forme d'un article de revue. Les revues les plus récentes sur le sujet n'abordant pas tous les aspects synthétisés ici, nous souhaitons réaliser une revue plus exhaustive focalisée sur l'environnement marin.

Ce travail bibliographique va servir aux expérimentations prévues dans le cadre de la thèse de Cassandra de Pao Mendonca (bourse doctorale CNRS transversale) et au projet interéquipe de l'IMBE financé sur les fonds propres du laboratoire (appel d'offre interne 2020, projet Lithox).

Nous espérons que les résultats obtenus en 2022 nous permettront de proposer un projet plus ambitieux sur ce sujet.

Effects of Ocean Acidification on the Dynamics of Carbonate Dissolution by Reef Microborers: Case study of Mayotte with a new Method based on Applied Machine Learning

Réalisé par :

Alexa ABANGAN

Master 2 : Fonctionnement des Écosystèmes Marins et Changements
Globaux

Sorbonne Université (Mention bien)

Sous l'encadrement de :

Dr. Aline TRIBOLLET

CR, IRD

UMR 7159, IPSL-LOCEAN

Dr. Julien BRAJARD

MCF, NERSC (Norway) and Sorbonne Université (Paris, Fr)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Reef carbonate budget resulting from the balance between accretion and bioerosion, is threatened by global changes. Among bioeroding agents, microboring flora and especially the algae *Ostreobium* sp., play a major role in this budget (Schönberg *et al.* 2017). Indeed, while penetrating actively into dead carbonate substrates, they create galleries and recycle CaCO₃ releasing significant amount of alkalinity in seawater (Tribollet *et al.* 2019). Ocean acidification (OA) whether under natural or controlled conditions greatly enhances such biogenic dissolution process by stimulating the growth of dominating phototrophic microborers such as *Ostreobium* sp., in communities colonizing dead carbonates after 3 or 11 mo. of exposure (Tribollet *et al.* 2009; Enochs *et al.* 2016). To date however, the dynamics of colonization of newly available dead CaCO₃ substrates by microborers under natural OA conditions remain unknown and needs to be investigated to better predict the fate of coral reefs by 2100.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

To determine if OA accelerates natural successions of microboring communities and thus reef biogenic dissolution, an experiment was conducted as part of the program CARBODISS (INSU-IRD-PNNM funds) in Mayotte. Three sites were selected: a fringing reef impacted by runoffs with a pH 8.038 ± 0.007 (Ile Blanche), an inner barrier reef influenced by oceanic conditions with a pH 8.044 ± 0.007 (Surprise), and a fringing reef impacted by acidification due to CO₂ volcanic resurgences with a pH 7.831 ± 0.065 (Cratere). Experimental *Porites* coral blocks were affixed on each reef at 1-4 m depth to be colonized over a year. Blocks were then collected after 2, 6, and 12 mo. of exposure. Thin sections were prepared and observed under light microscopy to identify the dominant microborers colonizing blocks and to measure depth of penetration of their filaments. The surface area colonized by microborers on top of blocks was also estimated using a new approach based on SEM and machine learning tools.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Results show that the dominant microborers in 2 and 6 months-old blocks at Cratere (acidified site) were cyanobacteria, especially *Plectonema* sp., while communities at the other sites, were dominated by pioneer cyanobacteria and chlorophyte (e.g. *Hyella* sp. and *Phaeophila* sp.). After 12 months in contrast, *Ostreobium* sp., with some filaments of the cyanobacterium *Mastigocoleus testarum* and fungi, dominated all microboring communities. Patches of *M. testarum* were indicative of a grazing activity, probably by parrotfishes at Surprise and Ile Blanche. At Cratere it was certainly due to the reworking of blocks' surface due to chemical dissolution

(SEM observations) as no grazers were observed. Colonization of blocks increased over time at both Cratere and Surprise, with a more significant increase at Cratere but at a lower level. At Surprise, the increase was only significant between 2 and 12 months. This pattern is very different than the 3 steps process reported in a lagoonal Caledonian reef by Grange *et al.* (2015). Surprise is a very hydrodynamic site colonized by many filter feeders indicative of an active planktonic productivity (confirmed by our chl a concentrations). We observed that 2 months-old blocks looked alike the 6 and 12 month-old blocks in terms of epilithic cover, suggesting that successions of epilithic and endolithic communities were rapid at this reef. After 12 months, colonization of block surfaces by microborers estimated by a new machine learning method (> 93% accuracy) was two times higher at Ile Blanche ($20.29\% \pm 0.07$) and Surprise ($19.87\% \pm 0.07$) than at Cratere ($12.92\% \pm 0.06$). Microborers' depth of penetration was also higher under ambient pH conditions than at Cratere. Here, OA did not accelerate successions of microboring communities, nor increase rates of biogenic dissolution. This is probably due to the combined effects of a frequent low pH ($\Omega < 1$) and hyper-sedimentation which prevented the natural development of microboring communities.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

The development of a new approach based on machine learning tools to analyze hundreds of pictures taken under a scanning electron microscope will allow analyzing rapidly and accurately more coral samples to better understand the spatio-temporal dynamics of microbioerosion in a changing world. This new method can be easily used, prevents observer bias and thus, facilitate comparisons among results.

Our study also highlights the need to further investigate the effects of OA combined with other environmental factors on microboring communities as some may enhance dissolution while others be neutral or reduce it. There are certainly tipping points above which OA stimulates phototrophic microborers' growth and increases rates of biogenic dissolution as shown in previous studies. Such tipping points should be determined to better predict the effects of OA on coral reef carbonate budget. Interestingly the inner barrier reef studied here presented an atypical dynamics of microbioerosion which should also be further investigated to better understand which main environmental factors influence bioerosion processes.

The new method and results produced during the M2 internship will be published by early 2021. They allowed Alexa Abangan to successfully obtain the diploma of Master 2 from Sorbonne University with Mention Bien despite the covid crisis and difficult work conditions. Alexa is now seeking for a PhD project in reef ecology.

Sensibilité des biotopes benthiques profonds soumis à l'impact des pêcheries démersales : Peut-on observer l'impact de ces dernières sur l'intégrité des fonds ?

Réalisé par :

Maureen Lapalme
Master Sciences de la Mer
Sorbonne Université

Sous l'encadrement de :

Sandrine Vaz
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER (IFREMER, station de Sète)
UMR MARine Biodiversity, Exploitation and Conservation (MARBEC)
Laboratoire Halieutique Méditerranée

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Le chalutage fait partie des plus importantes perturbations d'origine anthropique auxquelles font face les fonds marins. Cette technique de pêche est connue pour affecter la structure des communautés à différentes échelles spatiales et temporelles, mais également l'habitat en lui-même. Des zones de cantonnement ont été mises en place en 2018 dans le Golfe du Lion. Des vidéos ont été réalisées à l'intérieur et à l'extérieur de ces zones juste après leur mise en place afin d'étudier l'état initial des communautés. Le but de cette étude est en outre de mettre en évidence un impact du chalutage sur la macrofaune benthique.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Dans ce contexte, les objectifs étaient de (1) analyser les vidéos et identifier les espèces au plus bas niveau taxonomique possible avec un outil permettant de calculer les surfaces échantillonnées afin de (2) calculer différents indicateurs d'impacts spécifiques ou non à la pression de chalutage dans le but de rendre compte de la sensibilités des différentes espèces benthiques présentes pour (3) quantifier l'impact de la pêche au chalut dans ces zones et comparer les effets de cette perturbation le long d'un gradient d'effort de pêche. Pour cela, l'abrasion par chalutage a été déterminée à chaque station et mise en relation avec différents indices de diversité ainsi que des indices spécifiquement conçus pour étudier l'impact du chalutage. De plus, les tailles de certains taxons particulièrement sensibles à cette menace ont été mesurées puis mises en relation avec l'abrasion.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Les résultats n'ont pas montré de différence entre l'intérieur et l'extérieur des zones de cantonnement. Il a été déterminé que les zones d'étude présentaient un gradient d'abrasion faible. Les divers indices calculés n'ont donc pas permis de mettre en évidence un impact dû au chalutage. En revanche, la taille des organismes était négativement impactée par l'augmentation de la pression d'abrasion. La taille des espèces sensibles pourrait donc être un bon indicateur de la pression de chalutage. La vidéo est un outil utile pour étudier l'impact du chalutage sans perturber davantage l'environnement mais il peut s'avérer limité sur des faibles gradients d'abrasion et sur fonds meubles. En effet, les indicateurs classiques testés dans cette étude ne répondent pas à la pression de chalutage en raison du faible gradient d'abrasion observé. Il serait intéressant de pouvoir tester ces indices en étendant l'étude à des communautés présentant des gradients d'abrasions plus marqués. La taille des espèces sensibles et sessiles semble en revanche être un bon indicateur de l'impact du chalutage, même dans les zones peu exploitées.

Cependant, cette méthode nécessite beaucoup de temps avec tout d'abord l'analyse des vidéos pour identifier les espèces puis la mesure de chaque individu un à un, ce qui, dans l'état actuel des outils d'analyses, constitue un frein au développement opérationnel de ce type d'indicateur.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

En juin 2018, la campagne IDEM-VIDEO avait pour objectif l'obtention d'images des zones de cantonnement qui venaient d'être fermées à la pêche au chalut au mois d'avril de la même année. Le but était d'étudier les communautés présentes à l'intérieur et autour de ces zones de cantonnement et d'en connaître l'état au moment de la mise en place des mesures de protection. Le travail réalisé a permis d'établir un état de référence de ces zones qui sera à comparer par la suite avec un nouveau relevé vidéo et tenter de mettre en évidence une évolution de la communauté benthique suite à la diminution de la pression d'abrasion due à la pêche dans cette zone (habitats meubles du large du plateau). Cette étude a également souligné la relative faiblesse de l'impact de la pêche dans cette zone d'où la difficulté d'en détecter l'impact. En revanche, elle a révélé de nouveaux indices basés sur les tailles d'espèces sensibles capables de détecter de très faibles impacts de la pêche. Ces résultats sont encourageants et pourraient indiquer que des indices basés sur les tailles ou les poids individuels de certaines espèces pourraient être de bons candidats pour ce type de suivi. L'ensemble de ces résultats pourrait se révéler utile à la mise en place de suivi des zones Natura 2000 au large dans le Golfe du Lion et à terme, à la mise en œuvre de la DCSMM en permettant d'établir des seuils d'impact de la pêche par type d'habitat (Descripteur D6 : intégrité des fonds).

Étude de la diversité fonctionnelle des poissons du Golfe de Gascogne

Réalisé par :

Romane Rozanski
Cursus ingénieur en agronomie
École Nationale Supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT)

Sous l'encadrement de :

Dr Camille Albouy
Institut Français de la recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)
Unité d'écologie et modèle pour l'halieutique (EMH)

Dr David Eme
Institut Français de la recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer) Unité
d'écologie et modèle pour l'halieutique (EMH)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Au sein des écosystèmes, qu'ils soient terrestres ou marins, chaque organisme possède des caractéristiques propres lui permettant de contribuer au fonctionnement de celui-ci. Cependant, la crise mondiale de la biodiversité affaiblit considérablement le fonctionnement des écosystèmes et compromet leur durabilité. Les écosystèmes marins sont également affectés par des pressions anthropiques croissantes comme l'augmentation de la population humaine. C'est pourquoi il est important d'observer les changements structuraux des communautés des poissons au cours de ces dernières années. Pour cela, nous avons étudié entre 1997 et 2018 dans le golfe de Gascogne, zone de fort intérêt halieutique, l'évolution de la diversité fonctionnelle des poissons osseux. Cette diversité peut se définir comme la distribution des espèces et leur abondance dans l'espace fonctionnel d'une communauté donnée calculées à partir de traits fonctionnels.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

L'étude a été réalisée sur 77 espèces de poissons échantillonnées dans le Golfe de Gascogne sur 903 individus de 2017 et 2019. A partir de mesures individuelles, de données de la littérature, nous avons compilé 14 traits fonctionnels relatifs aux grandes fonctions réalisées par les poissons. En utilisant ces traits nous avons réalisé une matrice de distances inter-espèces et construit un espace fonctionnel. La diversité fonctionnelle des communautés de poissons a été mesurée à l'aide de la richesse, la régularité et la divergence. Nous avons représenté leur évolution entre 1997 et 2018 en tenant compte de la présence/absence des espèces et de leur abondance. Ensuite, un indicateur a été calculé en utilisant l'unicité et la spécialisation fonctionnelle couplée à la vulnérabilité des espèces à la pêche, à leur prix ou à leur zone de distribution. En raison de la forte influence des espèces pélagiques et de poissons plats, nous avons réalisé les analyses avec et sans leur présence.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Cette étude nous a permis de constater une forte contribution de trois groupes de poissons à l'espace fonctionnel, les poissons plats, les poissons pélagiques et des poissons présentant de forte protrusion et modes de reproduction singuliers. Bien que la taille des poissons reste une variable structurante de l'espace fonctionnel, d'autres traits liés à l'acquisition des ressources trophiques (e.g. protrusion) et au mode de reproduction influencent cet espace. Les poissons plats contribuent fortement à cet espace de par leur unicité et spécialisation, notamment la baudroie

commune (*Lophius piscastorius*) et la sole jaune (*Buglossidium luteum*). Ces deux espèces ont systématiquement été sélectionnées par l'indicateur FUSE comme étant les espèces fonctionnellement uniques mais aussi les plus vulnérables à la pêche et présentant un fort attrait de par leur prix de vente. L'évolution de la diversité fonctionnelle associée à l'approche de présence/absence des espèces a montré une augmentation de la différenciation fonctionnelle, avec des espèces plus originales. De plus, après la suppression des espèces de poissons plats, la différenciation fonctionnelle s'est révélée plus marquée entre 1997 et 2018. Enfin, l'évolution de la diversité fonctionnelle en tenant compte de l'abondance des espèces a permis de mettre en lumière des variations entre 1997 et 2018 avec une diminution de la proportion des espèces aux traits communs et une augmentation de la proportion des espèces possédant des traits uniques. Ces patrons restent largement influencés par certaines espèces de petits poissons pélagiques comme la sardine (*Sardina pilchardus*).

Ainsi, en réunissant les deux approches, nous concluons que la diversité fonctionnelle a évolué vers une différenciation avec aujourd'hui plus d'espèces originales et spécialisées que dans le passé. Nous notons également une augmentation de la proportion de ces espèces par rapport à celles possédant des traits plus communs.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Ce projet a permis pour la première fois de caractériser la composante fonctionnelle de la diversité des poissons du Golfe de Gascogne. Ce travail a également permis d'initier un travail de valorisation des données acquises depuis 20 ans dans le cadre de campagnes d'exploitation des stocks démersaux de poissons dans le golfe de Gascogne. Nous envisageons une publication de ces résultats dans une revue à comité de lecture en associant d'autres travaux sur la diversité phylogénétique actuellement en cours. Ces données, une fois spatialisées, serviront de support à des propositions d'aménagements du territoire pour mieux protéger les zones présentant de fortes valeurs de diversité fonctionnelle et phylogénétique pour les poissons démersaux du Golfe de Gascogne.

Utilisation de l'ADN environnemental pour étudier la biodiversité d'un écosystème

Réalisé par :

Anaïs Lebrun
Master Sciences de la mer
Sciences de l'Univers, Ecologie et Environnement
Sorbonne Université

Sous l'encadrement de :

Steeve Comeau
Sorbonne Université - Centre National de la Recherche Scientifique
Laboratoire d'Océanographie de Villefranche
Équipe « chimie des océans et du climat »

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

La complexité des écosystèmes peut rendre le suivi de la biodiversité particulièrement difficile. L'ADN environnemental (ADNe) est une méthode de suivi sensible, non invasive, rapide et rentable. Elle est basée sur un protocole en trois étapes : (1) le matériel génétique est récolté dans l'environnement et extrait de sa matrice, (2) la région du gène ciblé est amplifiée et séquencée et (3) les séquences font l'objet d'une recherche de similarité permettant l'identification taxonomique des organismes présents dans l'environnement. L'objectif de cette étude était d'adapter la méthode de l'ADNe pour étudier la diversité des communautés benthiques côtières du Cap Ferrat (France). Cette communauté est majoritairement représentée par le coralligène, un abri ainsi qu'une zone de recrutement et de nutrition privilégiée pour de nombreuses espèces à forte valeur patrimoniale ou d'intérêt commercial.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Pour développer la méthode de l'ADNe, plusieurs techniques de récolte, de filtration, d'extraction ADN et d'amplification ont été testées.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

En raison de la situation particulière due à la Covid-19, le séquençage n'a pas pu être réalisé. Un jeu de données brutes indépendant et similaire a été traité et analysé. L'analyse temporelle a révélé un schéma de distribution taxonomique similaire entre les sites d'échantillonnage et a permis de retracer la dynamique écosystémique. Par exemple, l'ADNe permet de soulever des hypothèses sur les interactions prédateurs-proies incluant des connexions trophiques, telles que concurrence de producteurs primaires spécifiques et cooccurrence de consommateurs primaires. De plus, des différences de composition de communautés ont été établies entre les sites à l'échelle du phylum et de l'espèce. L'ADNe est une technique d'échantillonnage en profondeur qui offre une large couverture taxonomique et des résultats intéressants et reproductibles. Ici, les données d'un unique locus (COI) ont fourni une vue raisonnablement holistique des écosystèmes côtiers du canal Hood englobant des taxons aussi divers que des diatomées, des balanes ou des mollusques. Cependant, comme pour la plupart des avancées technologiques, des limites existent et de nombreux défis doivent être surmontés. La vérification des résultats est essentielle pour l'interprétation des données, en particulier lorsque la détection d'espèces envahissantes peut conduire à des actions de gestion. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour comprendre pleinement la relation entre un organisme et la détection ainsi que la

quantification de l'ADNe qu'il libère ainsi qu'une amélioration du contenu de la base de données.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

L'étude n'ayant pas pu être réalisée dans son entièreté en raison de la crise sanitaire due à la Covid-19, un second stage de master 2 est prévu et devrait permettre de finaliser le projet. Les échantillons récoltés en 2020 seront séquencés et de nouveaux échantillons seront récoltés en 2021, séquencés et analysés. L'analyse suivra les mêmes étapes que celles réalisées avec le jeu de données indépendant. Cette étude sera valorisée par l'écriture d'un article scientifique.

Le stage réalisé en 2020 a débouché sur une thèse portant sur les réponses des communautés benthiques arctiques face au réchauffement, l'acidification et la fonte des glaces. L'ADN environnemental sera utilisé dans le cadre de la thèse, in situ en Arctique et in vitro au sein de mésocosmes.

Note : le stage initial de master (Effet du réchauffement climatique sur la diversité en milieu portuaire : approche expérimentale à l'échelle des communautés macrobenthiques sur la diversité et le fonctionnement, impact sur les espèces exotiques envahissantes) **a dû être interrompu sans résultat exploitable en raison du confinement de printemps et il n'a pu être remis en place à l'issue, faute de matériel biologique disponible. Le sujet de substitution ci-dessous reprend 2 des 3 objets du sujet initial, la diversité en milieu portuaire et l'importance des espèces exotiques envahissantes**

Analyse photographique de la variabilité spatiale des communautés de macrofaune portuaire et importance des espèces non indigènes

Réalisé par :

Simon Rondeau

Master : Sciences de la Mer

Parcours : Biodiversité et conservation des écosystèmes marins

Sorbonne Université

Sous l'encadrement de :

Dominique Davoult

Sorbonne Université, Station Biologique de Roscoff

UMR 7144 AD2M (Adaptation & Diversité en Milieu Marine)

Equipe EDYCO (Ecogéochimie et Dynamique de écosystèmes Côtiers)

Christophe Lejeusne

Aix-Marseille Université, Station Marine d'Endoume

UMR 7263 IMBE (Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale)

Robin Gauff

Sorbonne Université, Station Marine de Roscoff

UMR 7144 AD2M (Adaptation & Diversité en Milieu Marine)

Equipe EDYCO (Ecogéochimie et Dynamique de écosystèmes Côtiers)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Les diverses pressions anthropiques liées à l'urbanisation croissante du littoral perturbent de plus en plus l'environnement côtier. Celles-ci se concentrent notamment dans les zones portuaires, les structures artificielles et la présence de polluants semblant favoriser l'installation d'espèces non indigènes. L'étude de ces organismes est aujourd'hui documentée spatialement mais très peu temporellement. Trois expériences de colonisation à l'échelle communautaire ont été réalisées au sein d'une marina de la ville de Brest (France) sur 3 années distinctes. Ces travaux réalisés de manière indépendante ont fait l'objet d'acquisitions de données photographiques des communautés macrobenthiques recrutées sur plaque sous les pontons au fond, au milieu et à l'entrée de la marina. Ces photographies représentaient donc une opportunité d'étudier les différences communautaires à petite échelle spatiale et la présence d'espèces non indigènes au sein de la marina à échelle pluriannuelle.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Un quadrat numérique de 18 cm x 18 cm a été recréé sur chacune des photographies de plaques (20 cm x 20 cm) afin de s'affranchir de l'effet bordure. 144 points ont été générés (échantillonnage aléatoire stratifié) de manière à obtenir le recouvrement des différents organismes recrutés. Le cumul de ces données a été réalisé en trois catégories : les espèces indigènes au site d'étude, les espèces non indigènes et les espèces cryptogéniques. Les données de recouvrement spécifique ont été utilisées pour construire des représentations multivariées de type nMDS et effectuer des tests de Permanova par paires. Des tests Simper ont été réalisés pour chaque période afin de caractériser les taxons contribuant le plus au contraste entre les communautés étudiées. Enfin, les pourcentages de recouvrement en espèces indigènes, non-indigènes, cryptogéniques et en espace non colonisé ont également été représentés pour chaque site et chaque période étudiée.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Sur l'ensemble des expérimentations, les communautés de l'entrée et du fond du port sont apparues systématiquement différentes, tout comme l'abondance des taxons non indigènes toujours plus importante dans le fond de la marina. Nos résultats suggèrent que les différences communautaires observées à petite échelle spatiale entre le fond et l'entrée de la marina pourraient être causées à la fois par des pressions biotiques et abiotiques. Les pressions abiotiques pourraient se concentrer au fond de la marina où une présence plus importante de polluants a déjà été observée. Cette hypothèse est soutenue par la présence systématique

d'une plus grande proportion dans le fond de la marina d'espèces non indigènes connues pour mieux résister à la pollution. L'*ascidie Ciona intestinalis* pourrait exercer par sa forte dominance une pression biotique sur les communautés situées vers l'entrée du port de plaisance. L'ensemble du site « La marina du Château » serait donc impacté par ces deux types de pressions environnementales dont l'intensité évoluerait inversement selon le gradient Entrée/Milieu/Fond du port.

Afin de vérifier la possible existence de biais liés à la méthode utilisée (analyse photographique), une comparaison de méthodes a été réalisée pour une étude communautaire réalisée à la fois sous loupe binoculaire au laboratoire et à partir des données photographiques. Deux nMDS ont été réalisées à partir des données obtenues par les deux méthodes. Si celles-ci ne sont pas strictement identiques, elles montrent cependant les mêmes tendances. Cela suggère que l'utilisation de la méthode d'analyse d'image n'induirait pas de biais suffisamment important pour aboutir à une analyse communautaire véritablement différente de celle qui pourrait être obtenue à partir d'identifications directes en laboratoire. Par conséquent, la méthode d'analyse photographique paraît suffisamment robuste pour étudier la structure globale des communautés.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Ces résultats, obtenus via une expérimentation pluriannuelle, permettent de caractériser la variabilité spatiale et temporelle des communautés étudiées. De telles études s'avèrent aujourd'hui primordiales pour caractériser le danger potentiel représenté par les taxons non indigènes en milieu portuaire et comprendre comment ceux-ci évoluent dans le temps. Les résultats obtenus nous éclairent sur la grande variabilité spatiale des communautés étudiées. Ils suggèrent également que la méthode d'analyse d'image pourrait s'avérer un outil très efficace pour des suivis à long terme de ces écosystèmes.

Nos observations ne font que suggérer le rôle potentiel de certains facteurs dans la structuration des communautés de cette marina sans directement mettre en évidence les liens de causalité. Des expérimentations *in situ* ont été menées en 2019 et 2020, incluant la mesure de polluants métalliques et organiques dans les organismes et le sédiment, afin de préciser si la variabilité des conditions environnementales et la présence de *C. intestinalis* sont des facteurs explicatifs des différences communautaires observées entre l'entrée et le fond de la marina. Ils constituent des pistes d'explications fondamentales pour mieux comprendre la structuration des communautés portuaires et faciliter la gestion des populations non indigènes de ces zones.

Ce travail fait actuellement l'objet d'une rédaction d'un article scientifique qui devrait être soumis prochainement dans une revue internationale.

Habitat complexity and proximity to the edges can shape epifaunal communities associated to eelgrass meadows

Réalisé par :

Lucile Basso

Master II

Ingénieur en sciences agronomique et de l'environnement

AgroSup Dijon

Sous l'encadrement de :

Francesca Rossi

chercheur CNRS,

laboratoire ECOSEAS, UMR 3570 CNRS, Université de la cote d'azur

Nice

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Despite edges of fundamental habitats and their structural complexity may drive patterns of biodiversity, there is still little knowledge about how these factors may interact, especially in aquatic habitats. This paper aims at testing how the interaction between seagrass structural complexity and proximity to edges may regulate the distribution of epifaunal assemblages. Specifically, a combination of field sampling and in situ manipulations have been used to test the following hypotheses: (i) there will be differences between edges and inner part of the meadow in the abundance and diversity of epifauna and in the structural complexity of the meadow; (ii) if seagrass density is deliberately reduced, the response of epifaunal assemblages will vary in proximity to the habitat edge; (3) these responses are expected to be consistent through time.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

An eelgrass meadow of Thau lagoon (Mediterranean Sea, France) was sampled 4 times, from November 2014 to July 2015. Twice, in November and May, artificial seagrass units (ASUs) of low or high shoot density were added at the edge and in the interior part of the meadow. Lucile Basso's training consisted in analysing the collected data.

She used univariate and multivariate linear models. Diversity indices, abundance and structural complexity were analysed with generalised linear models (GLM), including analyses of variance (ANOVA). Species composition was analysed using PERMANOVA and multivariate GLM. For data issued from field sampling we considered distance from the edge and time as fixed explanatory variables and habitat complexity as covariate. For the ASU experiment, we used habitat complexity and position as fixed effects. Ordination tools (PcoA and nMDS) visualised multivariate data. All analyses and graphs were done using the R environment and different packages, including vegan 2.5-6, mvabund 4.1.3, MASS 7.3, GAD 1.0 and ggplot 2.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

The multivariate analyses on epifaunal assemblages (PERMANOVA and MVABUND) showed clear differences between the edge and the inner part of the meadow during spring, when GLM analyses evidenced that there were more individuals and more species at the edge, especially crustaceans and gastropod species well known to show a reproductive peak during early spring. Moreover, during autumn, both the field survey and the ASU experiment showed that structural complexity was

more important than proximity to the edge for determining diversity and density of epifauna (MVABUND and GLM analyses). There were less animals when habitat complexity was lower, independently on the position on the meadow. Interestingly, habitat complexity, especially shoot density, was lower at the edge than inside the meadow consistently through time and not only in spring.

We argue that the increased diversity and density at the edges in spring was related to the recruitment of epifauna that reproduce using planktonic larvae. A complex habitat works as a physical barrier and can enhance larval settlement and recruitment. During autumn, habitat complexity becomes more important since habitat complexity tends to be lower and space can become limiting for epifauna that can use leaves for feeding on microbial film, as a support to crawl and as a refuge from predators. Decreased availability of space due to reduced complexity might explain the observed pattern in autumn. We suggest the existence of a threshold for seagrass complexity beyond which small decreases in complexity might cause large shifts in epifaunal diversity. Overall, habitat loss and fragmentation seem to play an important role in ruling epifauna distribution and conservation policies should include shoot density as an important variable to monitor.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

The results from this study remark the importance of habitat complexity for structuring animal communities. They also highlight the existence of temporal changes in the importance of structural complexity. In this case, patchiness as related to the edge effect is more important during species recruitment, while availability of habitat and its complexity become more important at the end of the growing season, when seagrass become less complex and probably tend to limit availability of space for epifauna, which seeks refuge and food on shoots.

Seagrass meadows are fundamental habitats for coastal communities and understanding the variability in the effect of seagrass habitat complexity and fragmentation on biodiversity can provide vital information for biodiversity conservation.

Les oiseaux exotiques envahissants sur l'île de La Réunion : évaluation de l'importance des populations et des impacts sur la communauté native des oiseaux terrestres

Réalisé par :

Zéba Vally

Master 2 Biodiversité, Ecologie, Evolution (BEE)

Parcours Biodiversité des Ecosystèmes Tropicaux Terrestres (BEST-T)

Université de la Réunion

Sous l'encadrement de:

Alexandre Villers

Office Français de la Biodiversité

Direction de la Recherche et l'Appui Scientifique

Unité Avifaune Migratrice

Equipe Alaudidés – Turdidés – Caille

Damien Chiron

Société d'Etudes Ornithologiques de la Réunion

François-Xavier Couzi

Société d'Etudes Ornithologiques de la Réunion

Cyril Eraud

Office Français de la Biodiversité

Direction de la Recherche et l'Appui Scientifique

Unité Avifaune Migratrice

Equipe Alaudidés – Turdidés – Caille

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Les invasions biologiques constituent la deuxième cause d'extinction des espèces à travers le monde. De par leurs spécificités (réseaux trophiques simplifiés, sensibilité aux prédateurs, fortes pressions anthropiques, taille réduite des populations), les milieux insulaires sont particulièrement sensibles aux effets des espèces introduites. L'île de La Réunion, qui appartient à l'un des 34 points chauds de biodiversité mondiale, illustre parfaitement cette situation : sur les 36 espèces d'oiseaux terrestres nicheurs répertoriées, 23 sont exotiques dont 6 considérées comme envahissantes. Cette avifaune terrestre demeure relativement méconnue et l'objectif de ce stage était donc de 1) préciser les relations habitats – espèces sur un cortège d'oiseaux incluant espèces natives et espèces introduites, 2) quantifier le degré d'association entre les espèces natives et celles introduites.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Depuis 2012, des estimations de l'abondance des différentes espèces d'oiseaux nicheurs sont réalisées chaque année sur un ensemble de 700 unités-échantillons (points d'écoute). Ces unités sont réparties sur toute l'île afin d'inventorier les principaux contextes environnementaux, et sont prospectés annuellement au cours du printemps austral. Chaque point reflète donc la composition de la communauté locale d'oiseaux pour une année donnée. Des modèles de distribution communes d'espèces (package *Hmsc* du logiciel R) ont été appliqués à ce jeu de données. Pour les espèces les plus communes, la finalité des analyses était de 1) modéliser l'effet de co-variables d'habitat sur l'occurrence et l'abondance de chaque espèce, et 2) apprécier la co-variance résiduelle entre espèces, qui peut suggérer des interactions biotiques entre espèces. Cette classe de modèles permet également de tenir compte de biais d'échantillonnage comme la date ou l'heure qui peuvent affecter la probabilité de détection des oiseaux.

Principal (aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

La communauté d'oiseaux nicheurs terrestres de La Réunion est caractérisée par une proportion importante d'espèces exotiques. Parmi les 14 espèces les plus communes, on retrouve 8 espèces introduites : 3 font partie des 5 espèces les plus représentées en termes d'occurrence, alors que 4 d'entre elles comptent parmi les 5 espèces les plus abondantes. La distribution des abondances moyennes suggère une ségrégation spatiale marquée entre espèces natives et introduites : les premières se distribuent majoritairement sur l'intérieur de l'île tandis que les secondes privilégient les zones côtières. Ce patron est confirmé par les résultats des modèles indiquant une association positive entre la présence ou l'abondance de

l'ensemble des espèces natives et les milieux naturels (forêts primaires, zones arbustives) ou légèrement dégradées (forêts secondaires), et un évitement des habitats anthropisés. Un patron inverse est observé pour les espèces introduites qui privilégient la proximité avec les zones urbanisées, les milieux cultivés (canne / fruits) et évitent les habitats natifs de l'île. La confrontation de ces résultats avec l'écologie des espèces concernées suggère que les espèces introduites occupent des habitats identiques à ceux de leur aire de distribution originelle, et bénéficient donc de la dégradation des habitats naturels. Malgré ces préférences contrastées, espèces introduites et natives coexistent sur les mêmes sites. L'analyse des corrélations résiduelles suggère des associations positives entre espèces introduites et natives, et des associations négatives entre plusieurs espèces du groupe des introduites et celui des espèces natives. Ces corrélations peuvent refléter la non prise en compte d'une variable d'habitat structurante, ou témoigner des processus de facilitation ou de compétition entre espèces natives et introduites. Ces deux dernières hypothèses ne sont pas mutuellement exclusives et des analyses complémentaires seront nécessaires pour préciser la nature de ces interactions supposées.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Cette première analyse des données d'abondance de l'avifaune de La Réunion, met en lumière le rôle structurant de l'anthropisation des habitats : si d'un côté elle favorise la présence et l'abondance des espèces introduites sur l'île, de l'autre elle limite la distribution des espèces natives qui sont quasiment uniquement inféodées aux milieux intacts ou peu dégradés. Ce travail confirme la nécessité de considérer l'impact potentiel des travaux d'aménagements affectant les habitats natifs et donc de préserver ces derniers. A cet effet, le rapport sera diffusé au sein des directions territoriales de l'île. Au sujet de la quantification des impacts de l'avifaune introduite sur les espèces endémiques, quand ces deux groupes d'espèces cohabitent, ces premiers résultats fournissent une base de travail essentielle à la poursuite de cette thématique. En effet, les analyses suggèrent des corrélations positives au sein des groupes d'espèces (reflétant probablement l'absence d'une co-variable essentielle) mais également des interactions négatives entre certaines espèces introduites et certaines espèces natives, et nous envisageons de présenter l'ensemble de ces premiers résultats à une revue scientifique à comité de lecture dans le courant de l'année. En matière de perspective, il semble essentiel d'affiner les analyses pour valider ces résultats, et étayer ces conclusions par des observations et des expérimentations réalisées sur le terrain, afin de préciser la magnitude de ces effets et la nature des mécanismes à l'œuvre.

**Réponses des plantes aquatiques des Iles Kerguelen à
l'intensification des contraintes thermiques de leur habitat.
Approche par les hypervolumes.**

Réalisé par :

Pauline Eymar-Dauphin
M2 ECOMONT
Université Savoie Mont-Blanc

Sous l'encadrement de :

Anne-Kristel Bittebiere
Centre National de la Recherche Scientifique
UMR 5023 Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels
et Anthropisés (LEHNA)
Equipe Biodiversité et Plasticité dans les Hydrosystèmes

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Les macrophytes (plantes aquatiques) étant fixés, ils sont soumis simultanément aux contraintes thermiques de leur habitat (stress) et aux interactions biotiques qui constituent des filtres. La variabilité intraspécifique des valeurs de traits jouerait un rôle majeur dans les mécanismes de résistance à ces filtres. Récemment, il a été souligné que les approches multi-traits impliquant le calcul d'hypervolumes (espace des valeurs de traits à n-dimensions) sont particulièrement pertinentes pour étudier le rôle de la variabilité intraspécifique des traits dans ces mécanismes. Dans ce contexte, le stage a eu pour objectifs de développer une méthode statistique permettant de construire et de comparer des hypervolumes de plusieurs espèces cibles de macrophytes au cours du temps, pour déterminer la variabilité de leurs stratégies en lien avec l'intensification des contraintes thermiques et les modifications des interactions biotiques de leur habitat, liées au changement climatique.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Les Iles Kerguelen constituent un modèle pour tester des questions relatives aux effets des changements climatiques puisqu'un réchauffement particulièrement rapide y a été enregistré. Les espèces végétales autochtones sont adaptées à des conditions froides et seraient donc remarquablement sensibles à l'intensification du stress thermique. Cette étude a donc été menée sur trois sites des Iles Kerguelen. Pour chaque site, 15 mares ont été suivies pendant 3 ans, avec 5 individus de chaque espèce cible (*Callitriche antarctica*, *Juncus scheuchzerioides* et *Ranunculus biternatus*) collectés pour mesurer leurs traits. Pour chaque espèce et chaque année de suivi, un hypervolume basé sur trois traits aériens et deux traits clonaux ont été construits. Le volume des hypervolumes, les traits contribuant à leur construction (variabilité et moyenne) et la similarité entre hypervolumes ont été comparés entre espèces et années en se basant notamment sur des modèles nuls.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Aucune diminution régulière de la variabilité des stratégies au cours du temps n'a été observée quelle que soit l'espèce, contrairement à ce qui était attendu, ce qui signifie que l'intensité du filtre abiotique n'a pas augmenté régulièrement sur la période d'étude. En revanche, des différences interannuelles ont été mises en évidence. La rapidité de mise en place de cette réponse suggère que la variabilité des stratégies observée est due à de la plasticité phénotypique. Ce premier résultat est encourageant quant à la capacité de la méthode à détecter des modifications de stratégie des espèces mais témoigne toutefois que sur un pas de temps de trois

ans, la variabilité interannuelle peut être plus marquée que les patrons de réponse liés au changement climatique.

Les traits utilisés pour la construction des hypervolumes montrent pour deux espèces seulement une diminution de variabilité. *J. scheuchzerioides* montre une diminution de la variabilité du LDMC puis également de la SLA sur la période étudiée, ce qui semble indiquer un filtrage plus intense des traits verticaux au cours du temps en lien avec l'intensification de la contrainte thermique. *R. biternatus* montre une réponse aux contraintes environnementales uniquement en 2018 avec le filtrage d'un trait aérien (hauteur) et d'un trait clonal (longueur de l'entrenœud), tandis que chez *C. antarctica* aucune réponse aux filtres n'est observée pour la période étudiée.

Les trois années de suivi des mares des Iles Kerguelen ont permis la mise en évidence d'une variabilité interannuelle des stratégies suivant la même trajectoire chez les trois espèces mais reposant sur des traits différents. Ces résultats sont le premier pas vers une étude à plus long terme, avec la poursuite de l'échantillonnage prévue au moins pour les deux années à venir. L'allongement de la période étudiée devra ainsi permettre de distinguer les tendances liées aux modifications climatiques à plus long terme, de la variabilité interannuelle du climat.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Très peu d'études portant sur les macrophytes ont combiné les effets du stress thermique et des interactions biotiques, limitant ainsi la compréhension fine de la structuration de leur communauté sous contraintes et les prédictions du devenir de l'écosystème aquatique dans un contexte de changements climatiques. Ce stage participe notamment à l'amélioration des connaissances sur les interactions entre les réponses au stress thermique et aux interactions biotiques. La méthode statistique développée dans ce stage est également novatrice. C'est la première fois que des hypervolumes sont comparés au cours du temps, ce qui pourra constituer une base pour d'autres travaux. Les résultats issus de ce stage apportent également de nouvelles connaissances sur la biodiversité de l'archipel des Kerguelen, valorisables dans le cadre de la gestion par la Réserve Naturelle des Terres Australes Françaises et les recherches à long terme menées sur la Zone Atelier Antarctique. Ce travail de stage sera valorisé dans le cadre de la thèse de Pauline Douce et sous forme de publication scientifique. Il sera présenté aux membres de la FRB dans le cadre d'une réunion qui est en cours de planification. Nous envisageons également de présenter ce travail en colloque dès que la situation sanitaire le permettra.

(Ré)agir face à "l'érosion de la nuit" : perception et représentations de la biodiversité et des paysages nocturnes

Réalisé par :

Elise GRANERO

Master GEOSPHERES (GEOgraphies - eSPaces - Homme / Environnement -
Ressources – Systèmes)

Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine, Université Grenoble-Alpes

Sous l'encadrement de:

Johan MILIAN

UMR 7533 LADYSS / Collectif RENOIR

Idem pour encadrant secondaire

Samuel CHALLEAT

UMR 5602 GEODE / Collectif RENOIR

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Ce stage s'est déroulé dans le cadre des travaux du Collectif de recherche RENOIR qui étudie les démarches de valorisation et d'expérimentations liées à la mise en protection de l'environnement nocturne. Positionné sur des notions encore peu définies et maîtrisées, « biodiversité et paysages nocturnes », le stage portait sur un aspect peu travaillé : celui de la perception et des représentations de la dégradation de l'environnement nocturne et des enjeux qui lui sont associés. A travers ces objets, ce travail investissait une question de fond : qu'est-ce que le rapport des individus à la nuit nous dit de leurs rapports à la nature et de l'évolution de ces rapports ?

Plus particulièrement autour de l'entrée « paysage nocturne », ce stage s'inscrit dans une piste de recherche travaillée par le Collectif Renoir qui essaie de « faire atterrir » la notion en la confrontant aux matérialités ordinaires des espaces géographiques et aux vécus de l'expérience de nature. « Paysage » n'est donc pas compris ici au sens des écologues comme une échelle d'analyse des relations écologiques. Dans cette optique, le stage abordait deux aspects. D'une part, essayer de s'écarter des représentations iconiques emblématiques et figées des « paysages nocturnes » (objets et phénomènes célestes, éléments esthétiques, visuels stéréotypés produits grâce aux nouvelles technologies de prise de vue). D'autre part, la notion de « paysage nocturne » réouvre le débat sur le caractère multisensoriel que peut revêtir la perception du paysage en tant que processus puisque les conditions de l'expérience de perception la nuit diffèrent des conditions du jour (physiologiquement et culturellement) ; cet aspect a fait l'objet d'une réflexion du point de vue méthodologique.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Le stage s'est déroulé en trois séquences. Une première phase d'appropriation du sujet (objets, notions, acteurs, parties prenantes) a consolidé l'état de l'art d'une part sur le binôme environnement nocturne/rapports à la nature, et d'autre part sur les approches et les outils mobilisés pour l'étude des perceptions et des représentations. A suivi la conception d'un protocole de recueil de données, en vue d'un travail de terrain exploratoire. Cette troisième séquence a été préparée puis organisée avec un partenaire local : le PNR des Pyrénées ariégeoises, familier des travaux de recherche-action sur la pollution lumineuse. Les contraintes liées à la crise sanitaire ont retardé la phase de terrain qui a dû être décalée et limitée à 6 semaines (mi-juin-fin juillet) et concentrée sur un secteur précis. Un second financement a permis de doubler le stage sur un autre terrain (PNR du Morvan). Au terme de la rédaction des mémoires, un débriefing commun rassemblant l'équipe de chercheurs et les partenaires s'est déroulé le 1^{er} octobre dernier.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Le travail de conceptualisation et d'état de l'art a produit des éléments utiles pour l'étudiante mais également l'équipe en matière d'argumentaire et de réflexion. Par ailleurs, lors de la phase de terrain, plusieurs séries de données ont pu être produites :

- Un travail de documentation iconographique (clichés pris en phase crépusculaire ou de nuit) a permis de démarrer pour ce terrain une base documentaire photographique de « clichés paysagers nocturnes » ;
- Une dizaine d'entretiens conversationnels « ouverts » : appropriation du contexte socioculturel et historique de la vallée, indispensable pour préparer et ajuster le protocole de la séquence principale ;
- Enfin le montage d'une opération de collecte de données réalisé à partir d'un dispositif original associant trois méthodes participatives : le questionnaire de caractérisation, le parcours commenté et la cartographie sensible.

Autour de ces données, dont le caractère exploratoire doit être rappelé, on peut dégager quelques réflexions :

- Le questionnaire de caractérisation, unique outil de travail retenu sur le domaine des représentations, s'est révélé difficile à manipuler notamment du fait des réticences de certains participants sur la forme et la nature du dispositif. Le petit corpus (18) constitue une autre limite dans son exploitation. Néanmoins, il souligne la méconnaissance de la faune nocturne par le grand public : les principaux taxons nocturnes (papillons, rongeurs, batraciens) sont peu ou mal identifiés en tant que tels.
- Les résultats les plus prometteurs concernent l'utilisation de la cartographie sensible dans le cadre des ateliers participatifs (24 cartes). Cet outil a permis de dégager quelques pistes sur les attributs et qualités associés par les sujets à ces « paysages nocturnes ». Les matériaux (cartographies + parcours commentés) expriment clairement une forme d'empathie pour la nuit « naturelle » et associent l'idée d'une récupération de la qualité écologique du territoire à celle d'une « nuit obscure ».

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

On dégage deux principaux apports du point de vue de la valorisation :

1. En termes de recherche fondamentale, ces stages ont souligné l'intérêt de mobiliser des outils de travail sur les perceptions directes : la cartographie sensible permet ainsi de s'appuyer sur un médium solide, celui d'une expérience directe et partagée entre le sujet et l'enquêteur. Parmi les pistes dégagées pour poursuivre ce travail :

- Consolider le corpus en diversifiant les terrains : rechercher d'autres configurations en termes de pression de la lumière artificielle (morphologie et maillage urbain), de modes d'habiter, de culture environnementale.

- Approfondir l'étude des paysages qui apparaissent emblématiques de « la nuit sauvage » comme par exemple les forêts anciennes.

2. En termes de recherche-action, le thème du « paysage » nocturne s'installe progressivement comme un sujet porté par des acteurs territoriaux en charge de relayer vers le terrain, les usagers et les décideurs les enjeux liés à l'environnement nocturne. Sous certaines interprétations, le « paysage nocturne » est déjà mobilisé par des territoires comme une ressource touristique. Dans une posture concevant le paysage comme un construit social, ces stages confirment que le paysage nocturne peut aussi alimenter efficacement l'instrumentation de la gouvernance environnementale sur le terrain. C'est un vecteur d'interpellation et d'apprentissage qui peut aider à l'appropriation des enjeux de protection de l'environnement nocturne par les populations. Les deux parcs impliqués dans ce travail poursuivent d'ailleurs leurs actions et de nouveaux stages sont prévus en 2021.

Vie et mort des insectes : Pratiques contemporaines de la gestion de l'entomofaune

Réalisé par :

Laurane BOULENGER
Master 2 de philosophie
Arts, Lettres, Langues
Université Paul-Valéry Montpellier 3

Sous l'encadrement de :

Camila LEANDRO (encadrante principale)
Université Paul-Valéry Montpellier 3
Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) UMR 5175
Ecologie des Systèmes Anthropisés
Dynamique et Conservation de la Biodiversité

Joanne CLAVEL & Nathalie BLANC (encadrantes secondaires)
Centre national de la recherche scientifique
Laboratoire Dynamiques Sociales et Recomposition des Espaces

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Les insectes représentent 2/3 de la diversité biologique planétaire estimée. Ils participent à de nombreuses fonctions écologiques dont les populations humaines sont largement dépendantes (pollinisation, bio-inspiration, services de soutien...). Malgré cette importance fonctionnelle et le fort déclin qui affecte leurs populations, les insectes sont sous-représentés dans les stratégies de conservation.

Divers professionnels œuvrent spécifiquement sur des populations d'insectes avec des modes de gestion particulièrement variés tant dans leurs objectifs, allant de l'extermination à la préservation de l'entomofaune, que dans les espaces aux naturalités plus ou moins fortes. Parmi ces acteurs on peut citer les associations naturalistes, les gestionnaires d'espaces naturels, les services en charge des espaces verts, les FREDON, les agriculteurs et les entreprises. Nous testerons dans cette étude l'hypothèse que ces différents acteurs, selon leurs buts, leurs modes d'organisations et l'étendue de leurs missions, leurs pratiques, et les valeurs mobilisées, façonnent (positivement ou négativement, volontairement ou non) la diversité entomologique. Une des hypothèses, rarement testée dans les études sur les modes de gestion, est que les représentations, sociales et individuelles, des insectes jouent un rôle important dans les pratiques de gestion selon les espaces étudiés.

Quels sont les groupes d'insectes ciblés par les acteurs ? Quels services ou dys-services leurs sont attribués ? Quelles sont les actions et dans quel cadre juridique s'inscrivent-elles ? Quelle est leur portée spatiale en fonction des statuts patrimoniaux ? Quelles valeurs sont mobilisées par les acteurs dans le cadre professionnel ?

De même, nous souhaitons interroger la personne derrière sa façade professionnelle. Quelles représentations a-t-elle des insectes et leurs habitats ? Les valeurs qu'elle attribue à cette biodiversité sont-elles différentes de celles mobilisées dans le cadre professionnel ?

Nous nous intéressons donc aux relations entre humains et insectes, sous l'angle de la gestion : quels insectes sont concernés par quelles politiques et plus précisément, est-ce que les préoccupations écologiques et les préoccupations autour du bien-être animal - qui sont deux formes de reconsidérations du vivant qui prennent de plus en plus de place aujourd'hui - ont un impact sur la façon dont l'entomofaune est gérée aujourd'hui ?

Notre but : identifier les leviers et les freins d'une gestion favorable à la biodiversité entomologique au niveau collectif (les acteurs en tant que professionnels) et individuel (les acteurs en tant qu'individus et citoyens) dans une diversité d'espaces. Nous souhaitons comprendre comment ces actions s'articulent ou s'opposent d'un point de vue juridique, idéologique ou pratique.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Nous avons interrogé un panel d'acteurs représentatif des professions liées aux insectes, par le biais d'entretiens semi-directifs. Le corpus constitué par ces enquêtes a été traité par une analyse des discours et complété par des observations de terrain. 22 personnes ont été interrogées. L'ancrage théorique de ce travail se faisait dans les humanités environnementales (plus précisément les *Multispecies Studies*) et les sciences de la conservation. L'interdisciplinarité a été assurée par les encadrantes.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Peu de taxons sont concernés par des pratiques de gestion, que celles-ci soient positives ou négatives. Quelques dizaines d'espèces sont mentionnées par les acteurs et reviennent régulièrement. Parmi ces espèces, on remarque une surreprésentation des insectes dits nuisibles, alors qu'à peine 0,5% de l'entomofaune est classée comme nuisible.

Pour la question de savoir si les préoccupations écologiques croissantes ont un impact sur les modes de gestion de l'entomofaune, la réponse est globalement oui, mais de manière indirecte. On observe bien, toute catégorie confondue, que les préoccupations environnementales sont en train de changer les pratiques, et que cette écologisation des pratiques est favorable aux insectes, mais ce changement ne s'est pas fait pour les insectes. Par exemple, aujourd'hui tous les espaces verts de la ville sont en zéro phyto, et ceci est favorable aux insectes de manière générale mais n'a pas été pensé pour les insectes. Même chose pour les initiatives de végétalisation de la ville, qui offrent potentiellement des micro habitats pour les insectes, mais qui n'ont pas été pensées dans ce sens-là. On remarque aussi que la législation de plus en plus contraignante sur les produits phytosanitaires a un impact sur plusieurs catégories et modifie la manière dont la lutte est menée avec le développement d'alternatives biologiques (auxiliaires, technique de l'insecte stérile, confusion sexuelle, etc.).

En ce qui concerne la question animale (est-ce que les enjeux liés au bien-être animal vont changer la manière dont l'entomofaune est gérée), la réponse est globalement non. On a du mal à penser aux insectes sous l'angle du bien-être et de la sensibilité animale, car ces notions ont été pensées pour des mammifères en premier, et surtout par rapport à des individus (un individu doté d'un système nerveux et capable de ressentir de la douleur). Or, les insectes sont toujours évoqués en masse. Ces considérations sont encore plus difficilement applicables aux insectes nuisibles, tant il semble évident que la mort d'insectes nuisibles ne peut pas poser d'interrogation morale.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Cette recherche, en s'intéressant aux relations humains-insectes, participe à combler un manque dans la littérature académique puisque les invertébrés y sont sous-représentés. C'est le cas notamment en sciences sociales, où les courants disciplinaires qui s'intéressent aux animaux (Animal Studies, Multispecies Studies, etc.) s'intéressent majoritairement aux mammifères et plus précisément aux mammifères domestiqués. La faune sauvage et les invertébrés ont quant à eux été peu étudiés.

Ce travail a déjà été valorisé lors de la réunion mensuelle de l'équipe de recherche ESA (ouvert à d'autres collègues du département Dynamique et Conservation de la

Biodiversité du CEFE), le 21 septembre 2020, sous forme d'une présentation orale. Le rapport de stage a été transféré aux personnes interviewées qui avaient demandé à lire le document final. De même, nous comptons écrire un article dans une revue de sciences humaines (sans doute francophone, encore à préciser) des résultats les plus saillants afin de valoriser plus largement et auprès de la communauté scientifique le travail réalisé.

Souvenirs d'enfance liés à la nature, quels liens avec la connexion individuelle à la nature à l'âge adulte ?

Réalisé par :

Romarine Vallée
Master Gestion des Territoires et Développement Local Parcours Gestion Durable des Territoires de Montagne Aix-Marseille Université – Faculté d'Economie et de Gestion Pôle Universitaire de Gap

Sous l'encadrement de :

Sylvie Vanpeene
Institut National de Recherche sur l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement Centre PACA
UR RECOVER « Risques, ECOsystèmes, Vulnérabilité, Environnement, Résilience »
Equipe EMR « Écosystèmes Méditerranéens et Risques »

Encadrantes secondaires :

Anne-Caroline Prévot (CESCO- Muséum National d'histoire naturelle)
Ana-Cristina Torres (Lab'Urba - Université Paris-Est Créteil)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Avec l'aggravation des problèmes environnementaux, les relations entre humains et nature et leurs effets sur les comportements éco-responsables intéressent les chercheurs. Les alertes sur la dégradation rapide de la biodiversité et autres enjeux

écologiques actuels ne semblent pas suffire à modifier les positions politiques et individuelles. Si des enquêtes d'opinion (CREDOC, Eurobaromètre) montrent une progression de la connaissance du terme "biodiversité" dans l'opinion, les questions d'environnement sont pourtant encore souvent minorées par rapport aux questions économiques.

Dans ce contexte, il est pertinent de chercher à comprendre ce qui pousse les individus à agir en faveur de la protection de l'environnement. Dans quelle mesure, le sentiment personnel de connexion à la nature est-il lié aux expériences vécues dans l'enfance ? L'objectif de cette étude est d'analyser des expériences de nature vécues dans l'enfance afin de comprendre comment elles peuvent modifier notre relation à la nature.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Une enquête mêlant questions fermées et ouvertes a permis de recueillir des récits de souvenirs d'enfance liés à la nature. En raison de la crise sanitaire, elle a été administrée par internet via des réseaux sociaux. Les réponses collectées ont été divisées en deux groupes en fonction du niveau de connexion à la nature calculé grâce aux indices INS et NR6. Nous pouvons ainsi comparer les souvenirs des individus plus fortement connectés à la nature (groupe 1) et ceux des autres répondants (groupe 2). Ce procédé permet d'analyser l'importance de différents facteurs : la proximité de la nature (hypothèse 1), la fréquence des contacts (hypothèse 2) et le rôle de la médiation familiale ou extra-familiale dans ces expériences (hypothèse 3). Les données ainsi recueillies donnent lieu à des analyses de discours, notamment à l'aide du logiciel d'analyse textuelle IRaMuTeQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires), ainsi qu'à une analyse statistique sous Excel afin d'identifier les expériences caractéristiques d'une forte connexion à la nature.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Basée sur un corpus de 220 réponses, l'analyse montre l'importance des expériences vécues dans une nature de proximité, sur le lieu de vie ou de vacances, en particulier les expériences liées au jardin, au potager ou aux champs et à la campagne environnante. Dans un second temps, il est apparu que les expériences de nature qui ont le plus marqué les individus sont celles qui ont été répétées et habituelles, plus que des expériences uniques et sortant de l'ordinaire. Ainsi, le fait de jouer dans le jardin ou de faire le potager avec son grand-père, de façon fréquente et régulière semble plus important dans la constitution d'une forte connexion à la nature qu'une expérience unique au contact d'une nature considérée comme sauvage et exotique, à l'autre bout du monde. En cela, le rôle de la famille proche constitue un troisième facteur clé du développement de la connexion à la nature dans l'enfance. En effet, c'est en autorisant, rendant possible et facilitant des expériences de nature que la famille influence la constitution du

rapport individuel à la nature. La médiation des expériences de nature peut ainsi passer par de la surveillance, de l'accompagnement, mais également par un certain laisser-faire et une sérénité vis-à-vis du monde naturel. En faisant participer un enfant à l'entretien du potager ou en le laissant jouer avec ses amis dans la nature environnante, les adultes référents ont une place importante dans la socialisation de l'individu. Les acteurs extra-familiaux (école, associations...) en revanche semblent ici jouer un rôle largement secondaire voire anecdotique.

Finalement, ce sont la fréquence et le nombre des expériences, ainsi que le prisme positif que peut y appliquer la médiation sociale familiale, qui importent, plutôt qu'un type d'expérience en particulier, dans la constitution d'un rapport intime au monde naturel.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Les résultats obtenus montrent d'une part, pour les parents, ou autres adultes s'occupant d'enfants, qu'il apparaît important de rendre possible et d'encourager les expériences de nature de façon générale. En effet, les contacts fréquents, répétés et habituels, avec une nature de proximité ont un impact largement positif. Cela peut se faire au sein même du lieu de vie quotidien (jardin ou potager familial) ou dans les lieux où l'enfant se rend fréquemment pour des vacances ou week-end (jardin des grands-parents par exemple). Dans les cas où il n'y a pas de nature inhérente à l'espace domestique, la fréquentation des espaces de nature les plus proches et faciles d'accès n'est pas à négliger (parcs, forêts ou champs). Il n'est pas nécessaire d'avoir un contact marquant avec une nature sauvage ou exotique pour développer une connexion forte avec la nature. La fréquentation d'espaces de nature même anthropisés suffit.

D'autre part, concernant les structures éducatives et autres acteurs de l'éducation à l'environnement, les résultats obtenus amènent à considérer les parents comme une cible privilégiée pour l'éducation à l'environnement et la sensibilisation des enfants. En effet, il apparaît important de sensibiliser les parents à l'importance du développement d'une connexion à la nature chez l'enfant pour son bien-être et son équilibre futurs.

Enfin, pour permettre d'autres analyses, les données recueillies seront mises à disposition de la communauté scientifique à travers un *data paper*.

L'animal sauvage en ville : processus relationnels humains – non humains en milieu urbain

Réalisé par :

Amélie Dakouré

Master Biodiversité, Ecologie et Evolution

Parcours Société et Biodiversité-Biodiversité et Aménagement des Territoires

Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris

Sous l'encadrement de :

Jean-Yves Georges

Centre National de Recherche Scientifique

Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (UMR 7178)

Département d'Ecologie, Physiologie et Ethologie

Marie Pelé

Université Catholique de Lille

Laboratoire ETHICS (EA 7446)

Anthropo-Lab

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Dans le contexte actuel de perte croissante d'expérience de nature, en particulier chez le citoyen, l'étude avait pour but d'étudier les processus des relations humains-non humains sur la question du sauvage en ville. Pour répondre à cette question et tester l'hypothèse selon laquelle une meilleure connaissance est favorable à la (re)connexion de l'homme à la nature, nous avons étudié les liens entre le degré de connaissance des personnes interrogées, ressenti et comportement envers les animaux sauvages en ville. Du fait du confinement lié à la pandémie de COVID19, au cours duquel les médias ont largement documenté un retour d'animaux sauvages en ville, le sujet a été étendu aux implications possibles des conditions de confinement des informateurs sur leur perception et leurs comportements envers les animaux sauvages. L'objectif final est d'accompagner, au-delà de la reconnexion, la réconciliation de l'homme avec la nature.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Le protocole d'échantillonnage initialement prévu sur des enquêtes de rue a été adapté aux conditions de confinement national total, grâce à un questionnaire en ligne. Quelques 25 questions autour de l'intitulé « *Les animaux sauvages en ville, le confinement et vous* » a été diffusé sur les réseaux sociaux en diversifiant au maximum les canaux de transmission. En ligne du 1^{er} au 18 mai 2020, soit 6 semaines après le début du confinement et 2 semaines avant la sortie annoncée du confinement progressif, le questionnaire a permis de récolter 1663 réponses sur l'ensemble du territoire français, dont 72% issues de répondants urbains et péri-urbains. Les réponses obtenues ont été uniformisées, codifiées pour calculer des scores de connaissance naturaliste, de ressenti et de comportements et regroupées en clusters en fonction de nos hypothèses de travail. Une base de données rassemblant variables quantitatives et variables qualitatives a ainsi pu être analysée.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Parmi les 1663 informateurs, 72,5% ont déclaré avoir déjà, avant le confinement, rencontré des animaux sauvages sur leur commune, principalement des mammifères et des oiseaux, suivis par des insectes. Le score de connaissances naturalistes a permis de qualifier 4% des répondants de généralistes, 66% d'intermédiaires et 30% d'experts. Ce score n'est pas lié au lieu de vie (urbain, péri-urbain, rural), ni à l'âge des répondants. 85% des répondants ont exprimé ressentir des émotions positives lors de ces rencontres et 4 émotions se sont clairement distinguées : la joie à 62%, l'empathie à 37%, mais aussi le dégoût et la peur à 9%.

Mésanges, merles, pies, hérissons, chevreuils et écureuils inspirent le plus d'émotions positives tandis qu'insectes et arachnides suscitent dégoût et peur. Ressenti et comportement sont plus déterminés par l'espèce que par la connaissance de l'informateur.

Pendant le confinement, 52% des informateurs ont répondu avoir vécu un confinement favorable au contact de la nature et 38% d'entre eux ont signalé avoir rencontré de nouveaux animaux dont des oiseaux (geais, rapaces), des mammifères (chevreuils, renards), des insectes (abeilles). Ils ont également indiqué avoir davantage observé la nature et avoir été plus attentifs aux animaux sauvages. Néanmoins, seuls 13% des répondants ont signalé avoir changé de perception envers les animaux sauvages vivant à leur proximité. 50% expliquent ce changement par davantage de rencontres physiques, 12% par la recherche de plus d'informations sur l'espèce rencontrée et 11% par une expérience positive avec l'espèce. Enfin, 59% des répondants jugent que le retour d'animaux sauvages dans leur commune est une bonne chose dont 60% chez les urbains et les péri-urbains : 31% expliquent que toutes les espèces ont les mêmes droits, 19% concèdent qu'une plus grande place devrait être accordée aux animaux, 14% considèrent que ce retour favorise le lien homme-nature et 12% estiment cette présence bénéfique à l'homme.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

A l'interface de l'éthologie humaine et animale, de l'anthropologie multispécifique et de la sociologie dans le contexte de l'écologie urbaine, nos résultats offrent une base de connaissances sur laquelle s'appuyer pour la mise en place de mesures concrètes et efficaces visant à améliorer l'intégration de la biodiversité en ville. Cette étude constitue également un tremplin pour un programme de recherche plus large pour laquelle une recherche active de financements est en cours pour permettre à **Amélie Dakouré** de poursuivre en thèse de doctorat sur cette problématique.

Les résultats de notre étude seront valorisés auprès de la communauté scientifique avec au moins deux publications dans des revues internationales avec comité de lecture. Un chapitre est déjà en cours d'écriture pour répondre à l'appel à participation de Florian Pons, Sina Safadi et Chloë Vidal *Penser l'héritabilité du monde : une mise à l'épreuve de la prospective territoriale* pour la revue *Géographie et Cultures*.

A la demande de l'Office Français de la Biodiversité, notre étude sera présentée en novembre 2020 lors du colloque de lancement de l'Observatoire Grand Est de la Biodiversité (OGEB) de la région Grand Est. Cela pourra contribuer au renforcement du dialogue entre les chercheurs et les acteurs locaux notamment les politiques et associatifs.

Modélisation qualitative des socio-écosystèmes marins en appui à la conservation de la biodiversité

Réalisé par :

Pierre Reaud
Economie Appliquée
Agriculture, Mer, Environnement
Université de Bretagne Occidentale

Sous l'encadrement de :

Pierre Scemama
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)
Aménagement des Usages des Ressources et des Espaces marins et littoraux
(UMR AMURE)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

En 2018, l'OFB a lancé un vaste projet visant à contribuer à l'atteinte du bon état de conservation des habitats marins au titre de la Directive Habitat (projet Life intégré MarHa). Une des actions du projet vise à la production d'outils en appui à la gestion des sites Natura 2000. L'objectif de ce stage était donc de participer à cette réflexion pour le cas d'étude du Golfe du Morbihan.

Afin de faciliter la conception et la mise en œuvre de mesures de conservation de la biodiversité, il est intéressant de s'interroger sur l'impact de ces mesures sur les différents compartiments du socio-écosystème (SES). Le recours à la modélisation des SES permet de décrire les interactions clés qui régissent leurs dynamiques, et d'explorer leurs réponses à des changements écologiques, économiques et institutionnels. L'objectif de ce stage était de conduire un travail interdisciplinaire centré sur l'élaboration de représentations de SES marins et l'exploration des scénarios de conservation.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Le stage s'est attaché à comparer la mise en œuvre de deux approches de modélisation. La première approche vise à étudier le socio-écosystème dans son ensemble, suivant une démarche de modélisation qualitative. Ces modèles se composent de variables reliées entre elles par des liens positifs ou négatifs, sans que les processus soient quantifiés. En analysant mathématiquement ces liens (théorie des graphes), la modélisation qualitative permet de tester ainsi la capacité de résilience du système face à des perturbations pensées comme des scénarios.

La seconde approche tend à analyser le socio-système à l'échelle d'un usager en ayant recours à la modélisation des systèmes multi-agent. Ils permettent d'étudier les interactions entre divers agents d'un système complexe. Ils sont d'abord spécifiés par des modèles conceptuels représentant les actions effectuées par les agents (diagramme UML). Dans cette étude, les modèles s'intéressent aux usagers du golfe du Morbihan pour représenter leur comportement face à l'instauration de mesures de gestion pour préserver les habitats marins.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

La recours à la modélisation qualitative permet une représentation globale du SES du Golfe du Morbihan. En s'appuyant sur une démarche participative, la production d'un graphe orienté permet de visualiser une synthèse des multiples interactions qui s'exercent dans le système.

Le caractère qualitatif des interactions apparaît comme une vision simplifiée de la réalité lors des entretiens. D'une part, cette simplification permet de comprendre facilement et rapidement le graphe pour une personne n'ayant pas participé à sa conception. D'autre part, les liens sont tous de même valeur ce qui implique que chaque interaction a la même importance.

Enfin, l'étude des scénarios permet de révéler l'origine des impacts et de donner une idée de leurs conséquences et ainsi de mieux anticiper les mesures de conservation.

L'approche centrée sur l'utilisateur donne une vision spécifique du SES vis-à-vis de l'enjeu de gestion en lien avec les habitats marins. Les diagrammes UML révèlent les impacts subis par les habitats marins et leur importance en tant que supports d'activités. Les impacts ne résultent pas d'un processus intentionnel de l'utilisateur, mais leur existence nécessite d'être appréhendée pour améliorer leur conservation. Toutefois, seules deux activités ont été modélisées dans ces diagrammes. En effet, leur construction nécessite du temps, notamment avec une approche participative. De plus, il n'est pas possible d'être exhaustif avec ces modèles. La finalité de ces derniers étant le SMA, un surplus d'informations non-essentiels implique une perte de précision dans l'analyse et une quantité de données importantes à récolter. Aussi chaque information présente dans les diagrammes fait l'objet d'un arbitrage qui doit être fait avec les parties prenantes.

Finalement, ces approches de modélisation consistent en une simplification de la réalité qui nécessite d'effectuer des choix importants (sur les variables à représenter, les termes employés, etc.), ces choix doivent être effectués suivant des approches participatives. Le caractère qualitatif des modèles peut permettre alors de faciliter les échanges et la création d'une représentation partagée du SES.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Par définition, les SES visent à refléter des processus hétérogènes. Leur étude nécessite de faire intervenir plusieurs disciplines scientifiques afin de comprendre les interactions entre les divers compartiments du système. Ainsi, l'approche interdisciplinaire est privilégiée mais peut s'avérer compliquée à mettre en œuvre. En ce sens, la démarche participative pour construire les modèles permet la construction d'une culture commune et l'émergence d'une vision « partagée » du problème.

A ce titre, ce travail participe aux objectifs du gestionnaire du site Natura 2000 du Golfe du Morbihan. Les modèles créés peuvent servir d'outils de communication auprès des catégories d'utilisateurs concernées (pour les diagrammes UML) ou pour discuter d'une vision d'ensemble des éléments qui guident l'évaluation du système (pour la modélisation qualitative). Les modèles construits peuvent aussi intégrer des processus d'évaluation sur le moyen terme, ce sera notamment le cas pour les évaluations des services écosystémiques qui seront portées par le gestionnaire dans le cadre du projet MarHa.

Enfin, les deux modèles s'intègrent à des réflexions en cours sur le Golfe du Morbihan. La modélisation qualitative a été développée en coopération avec les

écologues de l'unité DYNECO d'Ifremer et le modèle UML constitue un préalable à la construction de système multi-agents portés par l'UMR Cired qui participent dans les deux cas au projet MarHa.

Identifier des valeurs de bien-être dans le monde agricole : étude sur le vignoble de Gaillac par l'approche participative

Réalisé par :

Aurélien Drillaud
Master Sciences sociales
Parcours « Sciences Sociales Appliquées à l'Alimentation »
Université Toulouse Jean Jaurès

Sous l'encadrement de :

Sophie Caillon
Centre National de recherche Scientifique
UMR 5175 Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive
Equipe « Interactions bioculturelles »

Léa Sébastien
Université Toulouse Jean Jaurès
UMR Géographie de l'Environnement

Axe 2 : Enjeux environnementaux et paysagers des SOciétés Contemporaines

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Ce stage s'intéresse aux indicateurs de bien-être humain selon une approche valorisant la co-construction avec les personnes engagées sur le terrain et les interactions, voir l'absence de frontières, entre nature et culture. Nous tâchons de mieux comprendre les relations entre savoirs, pratiques, ontologies et paysages (i.e. liens sociaux et attachement au lieu) et plus généralement entre humains et non-humains.

Le monde de la viticulture est un terrain privilégié pour étudier le bien-être. Il met en scène des plantes pérennes et donc la pérennité des relations entre les humains et leurs plantes, et offre un paysage très diversifié en termes de savoirs et pratiques associés à la gestion des ressources agricoles et environnementales, mais aussi en terme de relations à la nature, et de relations à autrui.

L'objectif final de ce stage est de développer des indicateurs de bien-être intelligibles à la fois par les chercheurs, les agriculteurs et les décideurs politiques.

Les étapes du stage sont :

1. Identifier les valeurs associées au bien-être par les vignerons de Gaillac.
2. Définir et s'accorder sur la signification des concepts mobilisés par les agriculteurs et les chercheurs.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Les approches bioculturelles que nous voulons mettre en œuvre dans ce projet reconnaissent et mettent l'accent sur les réalités des acteurs locaux par le biais d'une approche privilégiant le point de vue local, qui vise à éclairer la compréhension des relations complexes et des rétroactions entre les humains et leur environnement en intégrant les aspects biologiques et culturels d'un système. L'étudiant s'est appuyé sur les 33 enquêtes individuelles menées par Sophie Caillon depuis 2017 et sur un atelier participatif auquel il a participé, organisé par les membres d'un projet PICS entre l'Université de Toronto et le CEFÉ.

Nous avons pu extraire les valeurs de bien-être qui ont émergées lors de ces deux processus ; valeurs que nous avons intégrées à des questionnaires pour tester leur validité auprès des autres vignerons pratiquant une agriculture biologique ou biodynamique à Gaillac. Nous évaluons également « l'état » de bien-être des vignerons en 2020.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

1) Les vigneron·nes en culture biologique disposent d'une relation particulière avec la nature.

Quelles sont les relations entre les vigneron·nes et les plantes et les ressources environnementales, et en quoi cette relation définit-elle des valeurs de bien-être chez les vigneron·nes ? Nous pouvons observer que les vigneron·nes entretiennent une relation « d'entraide » et de travail « avec » la nature. Par cette relation les vigneron·nes développent leur bien-être en étant respectueux avec la nature et ses différentes entités, en communiquant avec elle. De plus, ils s'attachent tout particulièrement au bien-être de leur vignoble qui influencera en partie leur propre bien-être.

2) Le rapport au territoire et au paysage contribue à la production de valeurs de bien-être.

Quelles sont les relations qu'entretiennent les vigneron·nes par rapport à leur territoire, et en quoi ces relations définissent-elles des valeurs de bien-être chez les vigneron·nes ? Nous pouvons constater que les vigneron·nes différencient plusieurs échelles spatiales contribuant à leur bien-être. La première échelle serait celle des paysages environnants et la seconde serait celle de leur lieu de vie. Chaque échelle renvoie à des valeurs de bien-être différentes : par exemple pour le lieu de vie avec la diversité des milieux et des usages, alors qu'à l'échelle des paysages le bien-être se ferait ressentir par les affects et les émotions engendrés par ces paysages, ou bien encore l'énergie dégagée par ses lieux.

3) Le rapport aux autres contribue à la production de valeurs de bien-être.

Quelles sont les relations qu'entretiennent les vigneron·nes par rapport aux autres, et en quoi ces relations définissent-elles des valeurs de bien-être chez les vigneron·nes ? Nous pouvons établir que les relations sociales sont une composante du bien-être des vigneron·nes. Ces relations sociales se caractérisent par celles entretenues d'un côté par les vigneron·nes entre eux et de l'autre celles avec les consommateurs. Le bien-être des vigneron·nes semble s'associer aux dimensions d'échanges et de partage à travers les différentes relations qu'ils entretiennent.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

La création et la mesure d'indicateurs de bien-être par une approche bioculturelle (1) facilite le dialogue entre les populations locales et les décideurs œuvrant à des échelles plus globales, et entre les personnes de divers horizons réunissant une diversité d'expertises en sciences naturelles et sociales, (2) surmonte la dichotomie nature-culture qui rend souvent les approches globales incompatibles avec les approches locales en intégrant les diverses formes de relations à la nature, (3) incorpore les rétroactions entre les humains et leur environnement en mettant l'accent sur les processus, et pas seulement sur les états finaux, et (4) définit, mesure et surveille le bien-être écologique et humain dans son ensemble.

Les valeurs de bien-être identifiées dans le cadre du projet PICS et du stage d'Aurélien Drillaud, vont nous permettre de publier deux articles scientifiques sur (1) les valeurs de bien-être chez les vignerons pratiquant une agriculture biologique et (2) l'état de bien-être des vignerons de Gaillac et de Faugères. Nous nous sommes également engagés de co-écrire avec les vignerons de Gaillac un article dans la Presse locale pour relater nos résultats et mettre l'accent sur les valeurs importantes pour les vignerons et sur celles qu'il faudrait améliorer. Ces résultats seront présentés dans les chambres d'agriculture et auprès des instances scientifiques et de développement de la région (IFV, coopératives, Maire, Museum d'Histoire Naturelle...).

Impact des effets environnementaux précoces et de reports sur la plasticité et son rôle dans la persistance des populations. Cas de la date de ponte chez la mésange bleue.

Réalisé par :

Aurélien Drillaud
Master Sciences sociales
Parcours « Sciences Sociales Appliquées à l'Alimentation »
Université Toulouse Jean Jaurès

Sous l'encadrement de :

Céline Teplitsky
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE, UMR 5175)
Equipe Génétique et Ecologie Evolutive (GEE)

Claire Doutrelant
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE, UMR 5175)
Equipe Ecologie Evolutive Empirique, Communication & Cooperation (E3CO)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

La persistance des espèces et des populations face aux changements globaux repose sur trois mécanismes : changements d'aire de distribution, évolution et plasticité phénotypique. Les exemples d'évolution sont encore relativement rares et la plasticité phénotypique apparaît comme un mécanisme majeur par lequel les organismes peuvent s'adapter aux changements rapides de l'environnement, et notamment au changement climatique¹. Alors que de nombreuses études ont porté sur la façon dont la plasticité permet à certaines populations de s'adapter aux nouvelles conditions environnementales, on ne sait encore que peu de choses sur la façon dont ces nouvelles conditions peuvent affecter la capacité des organismes à exprimer une réponse plastique adaptative². Les objectifs de ce stage étaient d'évaluer comment les effets environnementaux précoces et de reports au cours de la vie pouvaient affecter l'expression de la plasticité et limiter sa contribution au sauvetage des populations.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Un exemple de plasticité observée chez de nombreux taxa est une reproduction plus précoce en réponse à un printemps plus chaud, permettant par exemple aux oiseaux de suivre la phénologie de leurs proies. Afin d'étudier la variabilité de la plasticité en réponse à différents facteurs environnementaux et son rôle dans la persistance des populations, des analyses statistiques ont été effectuées sur un jeu de données issu du suivi à long terme (>40 ans) d'une population de mésanges bleues en Corse où les individus sont marqués³. Les analyses sont de deux types: i) utilisation de modèles mixtes pour évaluer l'impact de différents facteurs environnementaux (précoces et reports) sur l'expression de la plasticité de la date de ponte en réponse aux températures printanières et ii) paramétrage d'un modèle théorique (Chevin *et al.*⁴) afin d'évaluer le seuil critique de taux de changement de l'environnement au-delà duquel la population ne peut se maintenir.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

120 femelles adultes sont nées sur le site d'étude, permettant de tester l'impact sur l'expression de la plasticité de trois effets précoces (effets des environnements expérimentés tôt dans la vie), affectant les conditions de croissance des poussins au nid : la densité d'ectoparasites, le retard par rapport au pic de nourriture et la taille de la fratrie. Aucun effet n'a été détecté. Une explication serait que seuls les poussins en bonne condition physique sont ensuite recrutés dans la population.

Pour les effets reports (effets dus aux conditions lors de la reproduction de l'année précédente), nous avons testé si la densité de parasites l'année précédente (282 femelles) et le fait de s'être reproduit de façon plus ou moins synchronisée avec le pic d'abondance de chenilles (412 femelles) peut influencer l'effort parental et donc les coûts de reproduction. Seul ce 2ème facteur affecte la plasticité : les individus les plus en avance se reproduisent plus tôt l'année suivante mais leur norme de réaction est plus plate. D'autres études sont nécessaires pour déterminer si il s'agit d'une contrainte inhérente aux individus ou d'un apprentissage.

Le modèle théorique de Chevin *et al.*⁴ permet d'estimer le seuil critique de changement de l'environnement au-delà duquel les populations sont vouées à l'extinction. Ce modèle prend en compte leurs capacités d'adaptation via la microévolution et la plasticité. Pour la population de mésanges de Corse, le taux critique calculé est une augmentation des températures de 0.197°C/an [0; 0.5]. En prenant en compte les erreurs d'estimation, il n'existe que 6% de risques que le seuil critique de la population soit dépassé sous un scénario de changement climatique moyen (taux prédit : 0.02°C/an). Par contre, ce risque atteint 41% sous scénario de changement climatique élevé (taux prédit : 0.05°C/an). Aussi le modèle montre que la plasticité contribue énormément à la résilience de la population: les modèles sans plasticité prédisent des risques de 43 et 100% que le seuil critique de la population soit dépassé.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Les résultats obtenus vont faire l'objet d'une publication scientifique. Benjamin Touchard ne va pas continuer en thèse donc CT prendra la responsabilité de la rédaction. Les résultats de ce master vont aussi servir de résultats préliminaires pour une thèse financée par la fondation BNP Paribas, et qui permettra d'approfondir ces questions (projet *Mommy knows best*). Une question majeure est l'impact de l'urbanisation sur l'expression de la plasticité.

Références

1. Merilä, J. & Hendry, A. P. Climate change, adaptation, and phenotypic plasticity: The problem and the evidence. *Evol. Appl.* 7, 1–14 (2014).
2. Bonamour, S., Chevin, L.-M., Charmantier, A. & Teplitsky, C. Phenotypic plasticity in response to climate change: the importance of cue variation. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 374, 2018.0178 (2019).
3. Charmantier, A., Doutrelant, C., Dubuc-Messier, G., Fargevieille, A. A. & Szulkin, M. Mediterranean blue tits as a case study of local adaptation. *Evol. Appl.* 9, 135–152 (2015).
4. Chevin, L.-M., Visser, M. E. & Tufto, J. Estimating the variation, autocorrelation, and environmental sensitivity of phenotypic selection. *Evolution* 69, 2319–2332 (2015).

EFFETS DE LA TEMPÉRATURE SUR LES TRAITS D'HISTOIRE DE VIE DES ORGANISMES

Réalisé par :

Nikita GINER BLOUQUET
Master Gestion de l'Environnement
Parcours Sciences de l'Eau
Spécialité Zones Humides Méditerranéennes
Université Aix-Marseille

Sous l'encadrement de :

Arnaud SENTIS
Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et
l'Environnement (INRAE)
UMR RECOVER - Risques, Ecosystèmes, Vulnérabilité, Environnement,
Résilience
Equipe FRESHCO - Fonctionnement et restauration des hydrosystèmes
continentaux

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Tous les organismes vivants évoluent dans une fenêtre de température leur permettant de réaliser leurs fonctions vitales. Le changement climatique impacte donc les organismes, et plus particulièrement les ectothermes, en influençant fortement leur performance thermique. Notre étude propose d'analyser les courbes de performance thermique de divers organismes ectothermes afin de mieux comprendre les facteurs agissant sur les fenêtres thermiques.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Nous avons effectué une méta-analyse en compilant plusieurs bases de données issues de récentes études. Via le modèle de Deutsh, nous avons ainsi pu extraire la température optimale (T_{opt}) et les températures critiques minimales et maximales (CT_{min} et CT_{max}) des courbes. Extraire et exploiter ces températures nous a permis de répondre à un certain nombre d'hypothèses réparties en trois grands axes : l'effet de l'environnement sur la stabilité de la fenêtre thermique, la relation entre la complexité du trait et la fenêtre thermique, et enfin le lien entre les contraintes évolutives et l'adaptation de la tolérance thermique.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Nous avons pu constater que la fenêtre thermique diffère d'un type d'habitat à l'autre en étant plus restreinte pour les milieux terrestres que pour les milieux aquatiques. De même, il est possible d'observer une augmentation progressive de la fenêtre thermique entre l'équateur et les pôles. Nous avons également mis en évidence que la complexité du trait influence la fenêtre thermique. En effet, plus le trait est complexe, plus la fenêtre thermique est restreinte. Le dérèglement des fenêtres thermiques n'impacte donc pas seulement les individus de façons isolés, mais a une réelle influence sur l'ensemble des niches écologiques, à tous les niveaux.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Nos résultats ont permis de mieux comprendre les facteurs qui influencent la forme et la position des courbes de performance thermique pour différents traits biologiques chez des organismes ectothermes terrestres et aquatiques. Ces courbes de performance sont importantes pour comprendre et anticiper les conséquences du changement climatique puisqu'elles indiquent à quelle(s) température(s) les

fonctions vitales des organismes sont compromises. Nos travaux pourraient donc permettre d'identifier des espèces ou groupes d'espèces menacés par le changement climatique et donc la mise en place de mesure de protection. De plus, les résultats de cette étude seront valorisés par la publication d'un article scientifique dans une revue internationale à comité de lecture.

Dynamiques éco-évolutives dans les écosystèmes avec points de bascule

Réalisé par :

Alice Ardichvili
Master Biodiversité, Écologie, Évolution
Parcours Écologie Fonctionnelle et Évolutive
Sorbonne Université

Sous l'encadrement de :

Vasilis Dakos
Intitulé complet (acronyme déroulé) de l'organisme de recherche tutelle
Intitulé complet (acronyme déroulé) de l'unité de recherche d'accueil
(laboratoire type UMR, UE, UR, etc.)
Intitulé complet (acronyme déroulé) de l'équipe de recherche d'accueil (si le
laboratoire est organisé en équipes ou départements)

Nicolas Loeuille
Intitulé complet (acronyme déroulé) de l'organisme de recherche tutelle
Intitulé complet (acronyme déroulé) de l'unité de recherche d'accueil
(laboratoire type UMR, UE, UR, etc.)

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Many ecosystems are exposed to increasing pressures of habitat fragmentation, biotic exploitation, climate change and pollution (Ipbes, 2019). Conservation biologists are increasingly concerned that ecosystem responses to gradual changes may be abrupt, unpredictable and irreversible (Scheffer *et al.*, 2001). The study of ecosystems with tipping points is crucial to forecast catastrophic transitions and guide the management of the disturbances that cause them. However, anthropogenic disturbances can also create strong selective pressures that induce rapid evolution (Hairston *et al.*, 2005, Urban *et al.*, 2016). Theoretically, evolution may affect the stability of ecosystems (Loeuille 2010). In that respect, whether evolution can also avoid, or lead to tipping points in ecosystems under stress is an interesting problematic (Dakos *et al.*, 2019). The aim of this work is to explore whether the evolution of a macrophyte population in a shallow lake can lead to an ecosystem with tipping points.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

We modelled the adaptive dynamics (Metz *et al.*, 1992 ; Dieckmann and Law 1996 ; Geritz *et al.* 1998) of a macrophyte population in a shallow lake, whose depth in the lake can evolve. We started with a simple model in which depth determines the quantity of light and nutrient that a population has access to. Then, we added different elements of asymmetry in light competition and nutrient acquisition. The first condition for evolution to lead to alternative stable states is that the macrophyte population diversifies into at least two phenotypes. Second, the evolved phenotypes must be sufficiently different for a strong positive feedback to occur. When both conditions occur, we expected that the ecosystem can exhibit alternative stable states for a given range of an ecological disturbance such as nutrient loading.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

First, we found that when the macrophyte population evolves in a lake according to a simple trade-off between light and nutrient acquisition, the population settles at an optimal depth and does not diversify. In fact, asymmetry in competition for one of the two resources is necessary for a single population to evolve to a branching point and diversify, which is in line with previous findings (Kisdi 1999). However, after diversification, the system did not necessarily respond with tipping points when a disturbance was modelled. An additional characteristic, capturing the fact that deeper macrophytes are more efficient at retaining nutrients from the water, was necessary for the positive feedback loops to emerge, although it occurred in a restricted set of parameters.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

This work can be seen as an advancement in the understanding of evolution in the context of opposing gradients of resources. The model we studied could be expanded to study the evolution of allocation of roots or shoots in terrestrial systems, or the evolution of a forager in a context of spatial patchiness (benthic versus pelagic resources).

Influence de la variation du débourrement intra-hôte sur les herbivores du chêne

Réalisé par :

Yasin GUNDESLI

Mention AETPF (Agrosciences, Environnement, Territoires, Paysage,
Forêt)

Parcours IPE (Interactions plante environnement)

Université de Lorraine

Sous l'encadrement de :

Andreas PRINZING

Université Rennes 1

UMR "Ecosystèmes, Biodiversité, Evolution"

Équipe "Evolution, Structure et Dynamique de la Diversité"

Résumé du stage

Contexte et objectif(s)

Le réchauffement climatique va accélérer le débourrement des arbres. Cette accélération pourrait entraîner un décalage entre le débourrement de l'arbre et l'apparition des herbivores - sauf s'il y existe déjà un réservoir d'herbivores précoces capable de suivre le débourrement sur les branches les plus précoces. Nous avons émis l'hypothèse qu'en ce moment les herbivores suivent le mieux le débourrement (i) dans des arbres et branches avec un débourrement intra-arbre ou intra-branche très variable, et (ii) sur les branches précoces par rapport à la moyenne de l'arbre, en particulier si (iii) des herbivores capables de coloniser l'arbre sont déjà présents sur les arbres voisins, i.e. si les arbres voisins sont phylogénétiquement proches de l'arbre focal.

Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Nous avons étudié les chenilles herbivores ectophages sur des chênes. Nous avons quantifié la variation de débourrement à partir du nombre de bourgeons fermés, mous et ouverts d'une branche et d'un arbre, ainsi que la précocité de la branche par rapport à l'arbre. Nous avons quantifié le suivi de débourrement par les herbivores comme la proportion de la population d'herbivores qui vivent dans des bourgeons mous. Nous avons quantifié la distance phylogénétique qui sépare en moyenne un arbre de ses arbres voisins. Nous avons testé l'influence de la variabilité et précocité du débourrement sur le suivi de débourrement par les herbivores (en tenant compte de la date moyenne de débourrement). Nous avons testé si cette influence augmente avec la proximité phylogénétique des arbres voisins.

Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Une forte variation de débourrement au sein d'un arbre et d'une branche augmente le suivi de son débourrement par les herbivores. La précocité de branches par rapport au reste de l'arbre augmente le suivi du débourrement par les herbivores - en particulier sur des arbres entourés par des voisins phylogénétiquement proches. La présence d'une large gamme de débourrement au sein d'un arbre permet donc d'offrir un choix aux herbivores tardifs ou précoces. Un débourrement relativement précoce d'une branche offre de la nourriture à un réservoir d'herbivores précoces présents sur l'arbre et sur ses voisins phylogénétiquement proches.

Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Nos résultats suggèrent la présence d'un réservoir d'herbivores pouvant profiter d'une future accélération du débourrement. La gamme et la précocité de débourrement ainsi que le voisinage influencent la réussite des herbivores à apparaître au moment du débourrement de l'arbre. Ces aspects doivent être donc pris en compte pour des futures études ou modèle traitant de la synchronie entre herbivores et leur hôte. De plus, avec l'augmentation des températures et la précocité du débourrement des arbres, il est primordial de prendre en compte que la culture d'arbres phylogénétiquement éloignés permet d'empêcher les herbivores à suivre un débourrement de plus en plus précoce.