



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019

RÉSUMÉS DES STAGES

SOMMAIRE

Axe 1 – Évaluation des écosystèmes, de leur biodiversité et des services écosystémiques associés

- P.6 - Faisabilité d'une comptabilité des écosystèmes marins : focus sur l'impact des apports des bassins versants sur les services écosystémiques marins de la Rade de Brest
Encadrants : Esther Regnier et Frédérique Alban
Laboratoire d'accueil : UMR Aménagement des usages des ressources et des espaces marins et littoraux
Stage réalisé par : Adeline Kopka
- P.9 - Résistance et résilience de la biodiversité des forêts méditerranéennes au changement climatique : comparaison des forêts anciennes et récentes et implications pour la gestion
Encadrants : Michel Vennetier, Maxime Cailleret et Sandrine Chauchard
Laboratoire d'accueil : UR Risques, écosystèmes, vulnérabilité, environnement, résilience
Stage réalisé par : Laurine Ficara
- P.12 - Combiner des systèmes de culture et d'aménagements écologiques reposant sur la biodiversité pour augmenter la régulation des insectes en grandes cultures : une approche « communautés » - Cas des systèmes de culture contrastés et régulation naturelle des ravageurs en culture de Colza
Encadrants : Antoine Gardarin
Laboratoire d'accueil : UMR Agronomie
Stage réalisé par : Audrey Fabarez
- P.15 - Enjeux écologiques et socio-économiques de la valorisation d'une espèce marine invasive : la crépidule en Bretagne
Encadrante : Anne Atlan
Laboratoire d'accueil : UMR Espaces et sociétés
Stage réalisé par : Florine Marie
- P.18 - Étude des interactions entre deux parasites, le paramphistome et la grande douve du foie, chez leur hôte intermédiaire *Galba truncatula* en Camargue : effets de la qualité de l'eau et de la gestion hydrologique
Encadrants : Marion Vittecoq, Sylvie Hurtrez-Boussès et Antonio Vazquez-Perera
Laboratoire d'accueil : Département Conservation des espèces
Stage réalisé par : Clémentine Leroy
- P.21 - Les déterminants socioéconomiques de la biodiversité à l'échelle territoriale en France métropolitaine
Encadrants : Yves Schaeffer, Isabelle Boulangeat et Frédéric Gosselin
Laboratoire d'accueil : UR Laboratoire Ecosystèmes et sociétés en montagne
Stage réalisé par : Martin Garrigos

Axe 2 – Biodiversité dans les Outre-mer français

- P.24 - Réponse d'une espèce endémique des Îles Kerguelen aux changements environnementaux, modèles prédictifs et enjeux de conservation
Encadrants : Thomas Saucède et Charlène Guillaumot
Laboratoire d'accueil : UMR Biogéosciences
Stage réalisé par : Margot Minju Arnould-Petre
- P.27 - Diversité génétique et chimique de plantes accumulatrices de métaux en Nouvelle-Calédonie utilisées pour la restauration écologique et la chimie verte
Encadrant : Yohan Pillon
Laboratoire d'accueil : UMR Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes
Stage réalisé par : Pauline Majourau
- P.30 - Effets à long terme des perturbations passées sur les trajectoires de biodiversité lors de la succession secondaire en forêt tropicale guyanaise
Encadrants : Géraldine Derroire et Hubert de Foresta
Laboratoire d'accueil : UMR Écologie des forêts de Guyane
Stage réalisé par : Coralie Dalban-Pilon
- P.33 - Structuration spatiale et facteurs déterminants la décomposition des litières d'*Avicennia germinans* dans les mangroves de Guyane
Encadrants : Anne Bousquet-Mélou et Raphaël Gros
Laboratoire d'accueil : UMR Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie
Stage réalisé par : Judith Adoude Adotevi
- P.36 - Anthroposystèmes et biodiversité tropicale : évaluation de l'état de santé et de l'anthropisation de la forêt guyanaise – Cas d'étude : évaluation des impacts liés aux pressions anthropiques sur les frugivores et le processus de dispersion de graines
Encadrants : Pierre-Michel Forget et Éric Guilbert
Laboratoire d'accueil : UMR Mécanismes adaptatifs et évolution
Stage réalisé par : Opale Coutant
- P.39 - Biodiversité de la microflore associée au macroalgues de l'océan Indien (Madagascar et La Réunion) et intérêt pour l'industrie - Cas : étude de la biodiversité microbienne issue d'algues rouges et brunes collectées dans la zone Ouest de l'océan Indien en vue de leur valorisation
Encadrantes : Mireille Fouillaud et Hélène Magalon
Laboratoire d'accueil : EA Laboratoire de Chimie des substances naturelles et des sciences des aliments
Stage réalisé par : Ornella Frati
- P.42 - Dynamique de la réponse biologique des récifs coralliens de La Réunion face au réchauffement climatique et changement local : suivi de la reproduction sexuée des Millépores (*Cnidaria*, *Hydrozoa*) et du recrutement des Sclérouctinaires (*Cnidaria*, *Anthozoa*)
Encadrants : Chloé Bourmaud, Lola Masse et François Guimhaumon
Laboratoire d'accueil : UMR Écologie marine tropicale des océans Pacifique et Indien
Stage réalisé par : Océane Febvre

- P.45 - Structuration des assemblages de poissons récifaux entre zone mésophotique et surface : étude le long d'un gradient de profondeur et d'intensité de pêche sur la pente externe du récif-barrière du lagon mahorais
Encadrant : Thomas Claverie
Laboratoire d'accueil : UMR MARine Biodiversity, Exploitation and Conservation
Stage réalisé par : Marie Gimenez
- P.48 - Diversité, biogéographie et évolution de la fossorialité d'un groupe de grenouilles du Plateau des Guyanes : évolution de la morphologie en relation avec la phylogénie et la biogéographie au sein de *Synapturanus*, un genre de grenouilles amazoniennes fouisseuses
Encadrants : Antoine Fouquet et Anne-Claire Fabre
Laboratoire d'accueil : UMR Évolution et diversité biologique
Stage réalisé par : Killian Leblanc
- P.51 : Diversité génétique et morphologique des ulves (*Ulvophyceae, chlorophyta*) en Nouvelle-Calédonie dans le cadre du projet Alien : algues vertes et invasions biologiques en Nouvelle-Calédonie
Encadrants : Claude Payri et Laurent Millet
Laboratoire d'accueil : UMR Écologie marine tropicale des océans Pacifique et Indien
Stage réalisé par : Siloë Gobin
- P.54 - Biodiversité du sol et fourniture de services écosystémiques en systèmes polyculture élevage tropical
Encadrants : Gladys Loranger-Merciris, Jean-Louis Diman et Audrey Fanchone
Laboratoire d'accueil : UMR Évolution Paris-Seine
Stage réalisé par : Djamila Bagea
- P.57 - Biodiversité des *Ostreobium* microperforant des squelettes de coraux *Pocillopora sp.* de Tara Pacific
Encadrantes : Isabelle Domart-Coulon et Anaïs Masse
Laboratoire d'accueil : UMR Molécules de communication et adaptation des micro-organismes
Stage réalisé par : Maëva Goulais

Axe 3 – Restauration des écosystèmes et des continuités écologiques

- P.60 - Étude du comportement de franchissement des passages à faune par les amphibiens en vue d'améliorer leur fréquentation
Encadrants : Claude Miaud et Guillaume Testud
Laboratoire d'accueil : UMR Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive
Stage réalisé par : Clément Fauconnier
- P.63 - Rôle des éléments boisés et haies sur la connectivité fonctionnelle et la structure génétique de populations de plantes herbacées en paysages fragmentés : mesure de flux de gènes entre populations des plantes vasculaires *Geum urbanum* et *Primula elatior*
Encadrants : Annie Guiller et Pedro Poli
Laboratoire d'accueil : UMR Écologie et dynamique des systèmes anthropisés
Stage réalisé par : Nicolas Duhamel

- P.66 - Étude à grande échelle spatiale de la dynamique éco-évolutive d'une relation hôte-parasite. Le cas du parasitoïde *Phobocampe confusa* et de ses espèces hôtes (*Aglais urticae* & *Aglais io*)
Encadrants : Lise Dupont et Hélène Audusseau
Laboratoire d'accueil : UMR Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris
Stage réalisé par : Gaspard Baudrin
- P.69 - Réponses contrastées de la structure fonctionnelle des communautés de carabiques (*Coleoptera* : *corabidae*) aux caractéristiques locales et paysagères des fragments forestiers
Encadrants : Ronan Marrec et Vincent Le Roux
Laboratoire d'accueil : UMR Écologie et dynamique des systèmes anthropisés
Stage réalisé par : Adèle Le Naviel
- P.72 - Caractérisation de l'influence des paramètres lumineux des LEDs sur les mouvements des chiroptères le long des continuités écologiques - Effets de différents spectres lumineux sur l'activité et le déplacement le long d'une lisière forestière
Encadrants : Kévin Barré, Isabelle Le Viol et Christian Kerbiriou
Laboratoire d'accueil : UMR Centre d'écologie et des sciences de la conservation
Stage réalisé par : Luna Thomas
- P.75 - Comprendre la dynamique du socio-écosystème "laises de mer" du littoral breton pour une gestion intégrée conservatoire des fonctionnalités écologiques associées.
Encadrants : Alix Levain, Joanne Clavel et Isabelle Le Viol
Laboratoire d'accueil : UMR Centre d'écologie et des sciences de la conservation
Stage réalisé par : Axel Robin
- P.78 - Restauration des berges de cours d'eau : quelles pratiques pour limiter les plantes exotiques envahissantes ? – Étude des paramètres biotiques et abiotiques permettant de limiter l'arrivée et l'installation de l'espèce envahissante *Buddleia davidii franchet* (scrop.) dans un milieu remanié
Encadrants : Fanny Dommanget et Renaud Jaunatre
Laboratoire d'accueil : UR Laboratoire Écosystèmes et sociétés en montagne
Stage réalisé par : Pauline Douce
- P.81 - Analyse de la continuité écologique ajoutée par les récifs artificiels
Encadrants : Katell Guizien et Mariana Padron
Laboratoire d'accueil : UMR Laboratoire d'écogéochimie des environnements benthiques
Stage réalisé par : Thiviya Nair



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

FAISABILITÉ D'UNE COMPTABILITÉ DES ÉCOSYSTÈMES MARINS : FOCUS SUR L'IMPACT DES APPORTS DES BASSINS VERSANTS SUR LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES MARINS DE LA RADE DE BREST

Réalisé par :

Adeline KOPKA

Mention de master : Master 2 Économie de l'environnement, de l'énergie, des transports

Parcours de master : Management de l'environnement et développement durable

Établissement d'inscription : Université de Rouen

Sous l'encadrement de :

Esther REGNIER

Université de Bretagne Occidentale

UMR 6308 – Amure : Aménagement des usages des ressources et des espaces marins et littoraux

et

Frédérique ALBAN

Université de Bretagne Occidentale

UMR 6308 – Amure : Aménagement des usages des ressources et des espaces marins et littoraux

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Est-ce que la comptabilité peut aider à la prise en compte les enjeux environnementaux dans la décision publique ? C'est une question d'actualité, comme l'illustre la multiplication des initiatives proposant une approche conceptuelle de la comptabilité environnementale. Telle qu'envisagée dans cette étude, on peut la définir comme un outil de planification, permettant de quantifier : (i) les avantages socio-économique tirés des services écosystémiques (SE), (ii) la dégradation physique des écosystèmes, ainsi que (iii) les moyens mis en œuvre pour leur restauration. Bien que les premiers travaux de comptabilité environnementale soient déjà anciens, peu d'applications empiriques ont été menées à ce jour et encore moins en ce qui concerne le domaine marin. L'objectif de ce stage a été de tester la faisabilité d'une comptabilité des écosystèmes marins à l'échelle de la rade de Brest. La rade de Brest est choisie comme site expérimental du fait de ses caractéristiques bio-physiques et anthropiques et des multiples enjeux dont elle fait l'objet. L'analyse réalisée se concentre sur les SE « biotique », c'est-à-dire qui relèvent du vivant, les écosystèmes et SE étant appréhendés comme des éléments visés par les politiques de conservation de la biodiversité.

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

Dans l'exercice comptable proposé, l'analyse des flux est conduite pour une année, au moyen d'un tableau Emplois/Ressources. Les emplois correspondent aux moyens mis en œuvre pour générer les flux de SE. L'évaluation de la production de ces flux est faite selon une approche par les coûts : coûts de maintien, coût de production, coût de production pour compte propre. Les coûts de maintien sont les coûts nécessaires pour le maintien de potentiels écologiques que fournit la biodiversité. Ils donnent ainsi des indications sur la demande de SE, en particulier les SE de régulation. Les ressources sont les avantages sociaux directes tirés des SE (ex : recette de la pêche). Par ailleurs, une analyse de stock est conduite en établissant un compte d'actif naturel, ici les écosystèmes marins. Les écosystèmes sont caractérisés grâce à une typologie d'habitats ; leur évaluation (pression, protection, capacité) est conduite en unité physique, conformément au principe de durabilité forte. C'est la confrontation des usages et des besoins traduits par les flux et de l'évolution de l'état écologique des habitats entre ouverture et clôture de l'exercice comptable (d'une durée de plusieurs années généralement) qui permet d'apprécier la soutenabilité des usages et l'efficacité des moyens de conservation mise en œuvre.

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

Pour réaliser son stage Mme A. Kopka a dû d'abord s'approprier une littérature foisonnante en comptabilité environnementale, puis une fois son cadre conceptuel défini, se lancer dans un travail de collecte de données assez laborieux pour renseigner ces tableaux comptables. Il lui a fallu recenser la donnée économique auprès des acteurs économiques de la Rade, les gestionnaires du territoire (SAGE, PNRA, etc.), des chercheurs

en écologie pour appréhender les indicateurs de bon état écologique des habitats marins. Son travail de collecte a mis en évidence que beaucoup des données requises n'existent pas ou ne sont pas accessibles comme on pouvait s'y attendre. En particulier en ce qui concerne la production d'activités récréatives par les ménages. Ce constat confirme le besoin de travailler avec l'ensemble des acteurs concernés pour produire cette donnée et élaborer des indicateurs répondant aux besoins comptables. Le choix de l'échelle retenue pour ce stage, relativement locale, a pu être un avantage comme un inconvénient, selon le type de données recherchées. Néanmoins, hormis lorsqu'il s'agit de statistiques publiques produites au niveau régional, comme c'est le cas pour la pêche, il est apparu plus aisé de recenser et contacter les acteurs d'intérêts à échelle locale et d'obtenir des indicateurs ciblés, évitant des extrapolations hasardeuses. Enfin, il est ressorti de l'exercice de comptabilité environnementale mené par Mme A. Kopka que la qualité de l'eau en Rade de Brest est un enjeu majeur, qui a conduit à la délocalisation de plusieurs firmes, compromet l'activité de pêche et celle de conchyliculture dans certaines zones. Les échanges avec les SAGEs pour évaluer les pressions portant sur la colonne d'eau en Rade de Brest a aussi mis en évidence un manque d'intégration entre directives sur l'eau (DCE, DCSMM), limitant sa bonne gestion.

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

Les travaux du stage ont contribué aux réflexions en cours dans l'UMR Amure sur la comptabilité des écosystèmes marins, déjà engagés dans les projets Valmer (construction d'un compte satellite d'écosystème marin pour le Golfe Normand-Breton) et EFESE-Mer (identification des indicateurs économiques disponibles à l'échelle nationale pour l'évaluation des services écosystémiques marins), ainsi que dans le cadre de l'Analyse économique et sociale de l'évaluation initiale requise pour la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour les milieux marins (approche par les coûts de maintien de la dégradation de l'état écologique).

En s'appuyant sur ces expériences, l'UMR Amure cherche à s'inscrire dans les réflexions actuellement en cours pour développer des approches de comptabilité écologique en soutenabilité forte, et en particulier les comptes satellites d'écosystèmes. L'UMR Amure est partenaire de la chaire de comptabilité écologique d'AgroParisTech depuis sa création. En 2020, l'UMR Amure collaborera avec les économistes du JRC pour contribuer à leurs réflexions sur la construction d'une comptabilité des écosystèmes marins.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

RÉSISTANCE ET RÉSILIENCE DE LA BIODIVERSITÉ DES FORÊTS MÉDITERRANÉENNES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : COMPARAISON DES FORÊTS ANCIENNES ET RÉCENTES ET IMPLICATIONS POUR LA GESTION

Réalisé par :

Laurine FICARA

Mention de master : Agrosociétés, environnement, territoire, paysage, forêt

Parcours de master : Gestion conservatoire et restauration des écosystèmes

Établissement d'inscription : Université de Lorraine / AgroParisTech

Sous l'encadrement de :

Michel VENNETIER

Irstea

UR Risques, écosystèmes, vulnérabilité, environnement, résilience

Équipe Écosystèmes méditerranéens et risques

et

Maxime CAILLERET

Irstea

UR Risques, écosystèmes, vulnérabilité, environnement, résilience

Équipe Écosystèmes méditerranéens et risques

et

Sandrine CHAUCHARD

Université de Lorraine

UMR 1434 Silva

Équipe EcoSILVA

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Le projet cherche à quantifier l'évolution actuelle de la biodiversité végétale avec le changement climatique. Il s'intéresse à la région méditerranéenne, dotée d'une biodiversité exceptionnelle et soumise à un changement climatique plus rapide que le reste de la France. En plus de l'évolution générale, il aborde le cas particulier des forêts anciennes, de leur biodiversité spécifique et de leur vulnérabilité particulière. Il ajoute une dimension importante qui est le risque d'incendie, à travers la production de biomasse combustible par le dépérissement d'une partie de la végétation. Il doit déboucher sur des recommandations pour optimiser la gestion dans le but de préserver cette biodiversité et les services associés, et limiter les risques naturels. Le projet se base sur un réseau de placettes permanentes exceptionnel par la précision et l'exhaustivité des relevés de conditions environnementales, de structure de végétation et de composition floristique, suivis depuis plus de 20 ans.

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

Au printemps 2019, un nouvel inventaire exhaustif de la flore, une mesure des arbres (hauteur/diamètre) et une description précise de leur état de santé et de la structure de végétation ont été effectués sur 72 placettes représentatives de l'ensemble des conditions écologiques de la Provence et non fortement perturbées par des activités humaines récentes, dont la moitié déjà ré-inventoriées en 2008. Des analyses statistiques ont permis : (1) de comparer la composition floristique entre les 3 inventaires disponibles (1998-2008-2019), (2) de comparer les forêts anciennes et récentes, (3) d'analyser le nombre d'espèces ayant gagné ou perdu en abondance-dominance, en fonction de leur niveau de tolérance à la sécheresse, (4) de mettre en évidence le niveau de dépérissement des principales espèces forestières.

Principaux résultats et conclusions

Les analyses effectuées montrent que :

(1) après une perte marquée des espèces mésophiles au bénéfice des espèces xérophiles en lien avec de fortes sécheresses entre 1998 et 2008, la forêt méditerranéenne semble montrer de la résilience durant la dernière décennie, plus humide, avec le développement d'une flore plus caractéristique des milieux fermés. Cette évolution récente semble due au processus naturel de la succession végétale dans des peuplements jeunes qui mûrissent et se ferment en absence de gestion. La gestion forestière, par des éclaircies et coupes sanitaires, favorise au contraire une flore héliophile.

(2) Les forêts anciennes et récentes se distinguent nettement par leur composition floristique ; les premières ayant une flore plus sciaphiles, voire mésophile, pour des conditions de milieu similaires. Mais cette différence s'est atténuée ces

dernières années indiquant une tendance à homogénéisation de la biodiversité végétale à l'échelle régionale.

(3) L'état sanitaire des forêts s'est très fortement dégradé en Provence calcaire : 66% des chênes verts et pubescents et 29% des pins d'Alep montrent des signes forts de dépérissements (déficit foliaire $\geq 50\%$). Ce dépérissement affecte tous types de stations, avec des différences entre espèces, les arbres les plus petits, parfois aussi les plus vieux, et les stations fraîches d'un point de vue climatique, ou ayant un bilan hydrique favorable (topographie et sol) étant particulièrement touchés.

L'analyse de la composition floristique doit être approfondie, afin de mieux quantifier et valider les tendances observées sur les deux décennies. Pour améliorer la robustesse des résultats, nous prévoyons (1) d'augmenter le nombre et la diversité des placettes inventoriées, et (2) de poursuivre ces inventaires à un pas de temps régulier ces prochaines années, en particulier pour tester l'effet des deux dernières grandes sécheresses (2017 et 2019) qui ont conduit au dépérissement massifs récemment observés.

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

Ce projet souligne l'importance des suivis à long-terme pour étudier l'impact du changement climatique et global sur des processus lents tels que le changement de flore et d'état de santé des forêts. Ces évolutions sont complexes: la reproduction, croissance et survie des plantes dépendent de nombreuses interactions entre changements environnementaux, facteurs locaux, histoire et gestion des peuplements.

L'état sanitaire des forêts méditerranéennes est très dégradé. Des actions de gestion doivent rapidement être développées pour adapter les forêts au changement climatique, en réduisant la densité des peuplements, en les rajeunissant et en les diversifiant, tout en conservant l'ambiance forestière qui préserve la biodiversité et notamment les espèces sciaphiles et mésophiles. L'accélération des du dépérissement et de la mortalité augmente le risque d'incendie par accumulation de biomasse morte.

Les résultats ont déjà été valorisés dans différentes instances (comité scientifique de PNR, Journées Forestières, accueil de scientifiques étrangers, Département Santé des Forêts), et cités dans un article sous presse. Cette valorisation auprès des gestionnaires et décideurs sera poursuivie activement. Après avoir confirmé les résultats, deux articles seront rédigés pour un journal scientifique international et un journal technique national. Les données seront partagées à la communauté scientifique et aux gestionnaires (DSF, ONF etc.) et intégrées à des bases de données internationales.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**COMBINER DES SYSTÈMES DE CULTURE
ET D'AMÉNAGEMENTS ÉCOLOGIQUES REPOSANT SUR
LA BIODIVERSITÉ POUR AUGMENTER
LA RÉGULATION DES INSECTES EN GRANDES CULTURES :
UNE APPROCHE « COMMUNAUTÉS »
CAS DES SYSTÈMES DE CULTURE CONTRASTÉS ET RÉGULATION
NATURELLE DES RAVAGEURS EN CULTURE DE COLZA**

Réalisé par :

Audrey FABAREZ

Mention de master : Master 2 Biodiversité, écologie et évolution

Parcours de master : Patrimoine naturel et biodiversité

Établissement d'inscription : Université de Rennes 1

Sous l'encadrement de :

Antoine GARDARIN

Institut national de la recherche agronomique et AgroParisTech

UMR Inra – AgroParisTech Agronomie

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Concevoir des systèmes de culture moins dépendants de la lutte chimique est un enjeu crucial en agriculture. Le colza est une culture fortement exposée aux insectes phytophages, avec un usage élevé d'insecticides, ce qui justifie le besoin d'identifier des solutions alternatives pour les gérer durablement. Les carabes, araignées et staphylins peuvent avoir un rôle important dans la régulation des méligèthes, altises et charançons mais leur impact réel est peu étudié. Le premier objectif de cette étude est donc d'identifier les arthropodes épigés impliqués dans la prédation des ravageurs du colza et quantifier leur impact, via un dispositif de vidéo surveillance couplé à une méthode de proies sentinelles. Pour maximiser le service de régulation que peuvent fournir ces arthropodes, il convient ensuite de créer un environnement qui leur est favorable. Ainsi, le second objectif est d'évaluer l'influence des techniques culturales sur les prédateurs épigés impliqués dans la prédation.

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

Le stage s'est basé sur un réseau d'agriculteurs aux systèmes de culture contrastés (agriculture biologique, de conservation des sols, intégrée et conventionnelle) situés en Île-de-France et dans l'Eure-et-Loir. Pour cette étude, nous avons sélectionné 17 parcelles de colza cultivées sans insecticide au printemps. Les quantités de larves de méligèthes qui se sont nymphosées dans le sol, après s'être développées sur le colza, ont été quantifiées en mai à l'aide de pièges à entonnoirs. La prédation de ces larves a été évaluée en plaçant des proies sentinelles en quantité connues pendant 24h. Dans quelques cas, des caméras ont été placées au-dessus d'elles pour vérifier l'identité des prédateurs. Simultanément, la faune épigée, comprenant les prédateurs, a été échantillonnée à l'aide de pièges Barber. Enfin, les pratiques des agriculteurs ont été analysées via des enquêtes et le paysage environnant les parcelles a été cartographié.

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

En 24h, 40% des proies sentinelles ont été prédatées en moyenne. Ce taux varie de 0 à 100% selon les parcelles. Ce taux de prédation augmente significativement avec l'activité-densité des carabes et des araignées, alors que celle des staphylins n'a pas d'effet. Les carabes dominent les communautés de prédateurs (en moyenne 20 par piège), alors que les araignées et les staphylins sont beaucoup moins nombreux. La diversité des carabes n'explique pas la prédation observée. Les images prises par la caméra confirment le rôle déterminant des carabes. Par ailleurs, l'effet des carabes sur la prédation diminue avec la quantité de larves de méligèthes qui tombent à la surface du sol : lorsque la ressource est très abondante (interaction négative), sur une durée limitée, la prédation sur les proies sentinelles est diluée. Les collemboles sont aussi connus pour être des proies alternatives, mais aucun effet significatif n'a été détecté.

En ce qui concerne les techniques culturales, l'activité-densité des carabes est associée aux systèmes de culture avec travail du sol et ayant une faible utilisation d'herbicides, mais d'autres techniques, non incluses dans cette étude, pourraient également expliquer cette relation. L'activité-densité des araignées est plus élevée lorsque la rotation est longue et l'usage d'insecticides réduit alors que la relation inverse est observée pour les staphylins. Compte-tenu du faible nombre d'agriculteurs étudiés, il apparaît risqué de conclure sur les relations entre pratiques et prédateurs, très contingentes de l'échantillon.

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

Cette étude quantifie l'impact des carabes et des araignées sur la prédation des larves de méligèthes. Ces résultats sont transposables aux altises et charançons du colza dont le cycle est très proche de celui des méligèthes, en étant décalé de quelques semaines seulement. Les taux de prédation des larves peuvent être très élevés en présence de carabes et d'araignées, mais ils saturent lorsque la ressource est très abondante.

Les techniques culturales qui semblent bénéfiques au contrôle des insectes phytophages ciblés par les prédateurs épiques sont celles qui favorisent les carabes et araignées, et en particulier le cortège d'espèces zoophages parmi les carabes. Dans cette étude, les carabes semblent associés positivement par le travail du sol (labour et travail superficiel) combiné à un usage réduit d'herbicides, tandis que les araignées sont associées à un faible usage d'insecticides.

Sachant que cette régulation intervient après que ces dernières ont effectué des dégâts à la culture, l'effet réel consiste en de moindres populations l'année suivante à l'échelle paysagère. L'effet d'un changement de systèmes de cultures favorisant les communautés de prédateurs ne peuvent donc être perceptibles sur les populations d'insectes phytophages et leurs dégâts que s'ils sont mis en œuvre à l'échelle d'un territoire. Pour un agriculteur isolé, ceci souligne la nécessité de combiner une diversité de leviers agronomiques et écologiques permettant de gérer les bioagresseurs.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

ENJEUX ÉCOLOGIQUES ET SOCIO-ÉCONOMIQUES DE LA VALORISATION D'UNE ESPÈCE MARINE INVASIVE : LA CRÉPIDULE EN BRETAGNE

Réalisé par :

Florine MARIE

Mention du master : Master Biodiversité, écologie, environnement

Parcours du master : Stratégie de développement durable et périurbanisation

Établissement d'inscription : Université Rennes 1

Sous l'encadrement de :

Anne ATLAN

Centre National de la Recherche Scientifique

UMR 6590 ESO – Espaces et Sociétés

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

La crépidule, *Crepidula Fornicata*, est un gastéropode filtreur marin originaire de la côte Est des États-Unis. Introduite à plusieurs reprises en Europe au cours du XX^e siècle, l'espèce est devenue envahissante sur les côtes Normandes et Bretonnes. Le territoire de Bretagne Nord, tourné vers l'économie maritime, a été fortement impacté par la crépidule. Ces impacts d'ordre écologique, économique ou social, ont conduit à la nécessité de gérer l'espèce. Une filière de valorisation de la crépidule pour la gérer sur le territoire de Bretagne Nord a alors émergé. L'objectif de l'étude est d'explorer d'une part, les facteurs ayant favorisé ou freiné le développement de cette filière, d'autre part de comprendre comment la valorisation de la crépidule a pu être combinée à la gestion d'une espèce invasive, qui implique initialement l'idée d'éradication.

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

La méthodologie interdisciplinaire inclut la combinaison d'observations de terrain, l'analyse de documents publics, la cartographie, une étude bibliographique en écologie, et une enquête sociologique. La mise en œuvre a reposé sur :

- une analyse de contenu d'une trentaine d'entretiens sociologiques menés auprès de différents acteurs de la filière ou impactés par l'espèce ;
- une étude bibliographique et bibliométrique, pour mettre en évidence les angles d'études de la crépidule au cours du temps par la communauté scientifique par rapport à son statut d'invasive, à la biodiversité, à sa valorisation et enfin à son lien avec la pêche et la conchyliculture ;
- une étude par champs lexicaux pour mettre en évidence l'évolution au cours du temps de la crépidule au travers les médias ;
- La combinaison de ces approches a permis de retracer l'histoire de la crépidule – incluant sa perception par les acteurs du territoire, ses impacts réels ou supposés et sa gestion – et les enjeux qu'elle soulève au cœur d'un territoire dynamique.

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

L'étude a permis de retracer l'histoire de la colonisation par la crépidule en Bretagne. Il y a eu 3 phases d'invasion dès 1930 de la crépidule : transferts d'huîtres creuses américaines ; débarquement des alliées en 1945, transferts d'huîtres creuses dans les années 1970.

Elle a montré que les impacts sont écologiques (modification des habitats et de leur fonctionnement, compétition pour la ressource), économiques et sociaux (menace pour la pêche à la coquille St-Jacques, et conchyliculture, nécessité d'une adaptation des pratiques). Couplés à la rapidité d'expansion de l'espèce, ces impacts ont fédéré différents acteurs du territoire, autour d'un objectif commun. Les institutionnels, professionnels de la mer, gestionnaires de l'environnement, et scientifiques se sont retrouvés dans la nécessité d'agir et la volonté de créer une filière de valorisation de la crépidule.

La dynamique de territoire comprenant les modes d'exploitations préexistants, les jeux d'acteurs et la perception des usagers sur ce dernier jouent un rôle dans les modalités envisageables pour la filière et conditionnent sa pérennisation. Cependant, cette pérennisation n'est conditionnée uniquement par ces variables. L'évolution du stock de crépidules, ici devenu ressource pour l'alimentation d'une filière économique propre, est essentielle pour définir ne serait-ce qu'à l'horizon de 10 ans, une stratégie de développement d'entreprise.

Plusieurs contraintes ont été identifiées, techniques (difficultés d'extraction de la chair), économiques (coût de revient, compétitivité sur le marché), sociaux (méconnaissance ou perception négative de l'espèce), réglementaires (statuts d'exploitation et de commercialisation), absence de visibilité sur l'évolution des stocks. L'accumulation de ces contraintes a conduit à l'abandon provisoire de la filière directe.

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

L'étude a permis de mieux comprendre les facteurs freinant ou favorisant la valorisation d'une espèce invasive en relation avec le développement d'une nouvelle filière, mise en relation d'acteurs. Elle a également amené à réfléchir à la controverse de gestion d'une espèce en vue de l'éradiquer ou du moins la limiter et valorisation d'une espèce devenue ressource. Enfin, elle vient illustrer et développer de la notion d'objet frontière.

En termes de valorisation auprès des acteurs rencontrés, quasiment tous les acteurs interviewés ont souhaité recevoir les résultats de l'étude. C'est une occasion de faire circuler l'information entre les acteurs. Ce travail apporte aussi un élément d'illustration de cours de sociologie de l'environnement et de l'écologie. Il a par ailleurs débouché sur la perspective de la rédaction d'un article scientifique et de présentation en congrès.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

ÉTUDE DES INTERACTIONS ENTRE DEUX PARASITES, LE PARAMPHISTOME ET LA GRANDE DOUVE DU FOIE, CHEZ LEUR HÔTE INTERMÉDIAIRE *GALBA TRUNCATULA* EN CAMARGUE : EFFETS DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DE LA GESTION HYDROLOGIQUE

Réalisé par :

Clémentine LEROY

Mention du master : Master 2 Biologie, écologie, évolution

Parcours du master : Dynamique des interactions hôtes parasites
environnement

Établissement d'inscription : Université de Montpellier

Sous l'encadrement de :

Marion VITTECOQ

Tour du Valat

Écologie de la santé

et

Sylvie HURTREZ-BOUSSÈS

Faculté des Sciences de l'Université Montpellier

UMR Mivegec (UM-IRD-CNRS)

et

Antonio VAZQUEZ-PERERA

Post-doctorant de l'UMR Mivegec (UM-IRD-CNRS)

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Le stage s'intégrait dans le cadre du projet REPAS (Risques épidémiologiques et perturbations anthropiques : le cas de la fasciolose en Camargue) portant sur l'évaluation de risques épidémiologiques dans un contexte de biologie de la conservation et de perturbations anthropiques liées aux activités agro-pastorales. Le modèle est celui de la fasciolose, maladie liée à l'eau qui affecte sévèrement les Hommes, le bétail et les animaux sauvages. Elle est causée par la grande douve du foie et est transmise par des mollusques dulçaquicoles.

Les travaux s'articulent selon trois axes :

1. Quels sont les facteurs favorisant les associations parasitaires les plus dangereuses ?
2. Qui transmet quoi ?
3. Comment les facteurs environnementaux modulent-ils les risques épidémiologiques ?

L'objectif du stage était de contribuer à répondre aux questions 1 et 3 en étudiant plus spécifiquement la dynamique des hôtes intermédiaires impliqués dans les trématodoses en Camargue.

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

Pour répondre à ces questions la stagiaire s'est basée sur les données déjà collectées dans le cadre de la thèse d'Emeline Sabourin (2015-2018) et a effectué un suivi de la dynamique des communautés de mollusques d'eau dans des zones hydrologiquement différentes du domaine de la Tour du Valat en Camargue. Trente et un sites ont ainsi été échantillonnés. Dix facteurs abiotiques y ont été mesurés par méthodes titrimétriques ou colorimétriques en utilisant un kit d'analyse de l'eau : la dureté totale et en carbonates, la température, la concentration en nitrites, nitrates, ammonium et phosphates, la concentration en oxygène et le pH. La recherche d'infection par les trématodes a été menée par dissection des mollusques et confirmée par PCR spécifique. L'identification des mollusques a été effectuée avec l'appui du post-doctorant Antonio Vazquez-Perera. L'étude des régimes hydriques permettant la caractérisation de chaque type de site a été menée avec Olivier Boutron, hydraulicien à la Tour du Valat.

Principaux résultats obtenus

Dans l'ensemble des 31 sites inventoriés seules trois espèces de mollusques ont été retrouvées. La diversité spécifique du groupe étudié est donc très faible. L'espèce *Galba truncatula* a été retrouvée dans 13 sites, *Physa acuta* dans 19 sites et *Anisus leucostoma* dans 2 sites. *G. truncatula* et *P. acuta* coexistent dans cinq sites. Au total 689 individus (529 pour *G. truncatula*, 133 pour *P. acuta* et 27 pour *A. leucostoma*) ont été prélevés. Tous les individus ont été disséqués et aucun n'était porteur de larve de trématode.

Les abondances des différentes espèces varient fortement entre sites et selon les mois. L'espèce *G. truncatula* est retrouvée sur cinq sites au mois de décembre puis la plupart des effectifs baissent jusqu'à devenir nuls en janvier. Une augmentation des effectifs de *G. truncatula* a été constatée sur deux canaux à partir de février avec des maximums en mars pour l'un et en avril pour l'autre. *P. acuta* est retrouvée sur quatre sites en décembre avec des effectifs assez disparates. Il est intéressant de noter que cette espèce est absente ou présente à des abondances très faibles dans les sites où *G. truncatula* abonde. Les répartitions des populations de *G. truncatula* et *P. acuta* semblent ainsi être discordantes sur la base des facteurs abiotiques mesurés à chaque site. Dans le cas de *G. truncatula*, le modèle sélectionné souligne une influence négative significative de la dureté totale de l'eau et de la concentration en oxygène sur les abondances.

Ainsi le stage a permis de mieux comprendre la répartition dans le temps et dans l'espace des mollusques hôtes de la grande douve du foie en Camargue. De plus il a contribué à mettre en place les élevages de *G. truncatula* qui ont permis depuis de tester la compatibilité entre cet hôte et différentes souches de grandes douves. Enfin les mollusques collectés seront inclus dans une étude de génétique des populations de *G. truncatula* qui permettra d'affiner notre connaissance de la dynamique de cette espèce.

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

Les résultats issus du stage seront inclus dans trois publications à soumettre en 2020 à des revues scientifiques internationales indexées. Ces dernières porteront respectivement sur la dynamique de la grande douve, l'écologie des mollusques hôtes et la dynamique de population de ces derniers. Les résultats ont également été présentés par l'étudiante à l'occasion de l'école d'été internationale 2019 du Labex Tulip « *Biological interactions, from genes to ecosystems* » et feront l'objet d'une communication par le post-doctorant travaillant sur l'ensemble du projet en 2020 lors d'un colloque international. Enfin, les résultats de cette étude contribueront à appuyer les préconisations pratiques présentées aux acteurs locaux (éleveurs et gestionnaires d'espaces naturels) lors d'une journée d'échanges consacrée aux résultats du projet REPAS en 2020. De manière plus général le projet REPAS aura permis d'améliorer la compréhension de la dynamique des systèmes mollusques-trématodes et d'identifier des mesures de gestion de l'eau et des élevages à même de réduire les risques sanitaires associés à ces systèmes.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

LES DÉTERMINANTS SOCIOÉCONOMIQUES DE LA BIODIVERSITÉ À L'ÉCHELLE TERRITORIALE EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

Réalisé par :

Martin GARRIGOS

Mention du master : Master 2 Écologie, biodiversité, évolution

Parcours du master : ECIRE Recherche

Établissement d'inscription : Muséum d'Histoire Naturelle

Sous l'encadrement de :

Yves SCHAEFFER

Institut national de recherche en sciences et technologies pour
l'environnement et l'agriculture (Irstea)

Laboratoire Écosystèmes et sociétés en montagne (UR LESSEM)

et

Isabelle BOULANGEAT

Irstea

Laboratoire Écosystèmes et sociétés en montagne (UR LESSEM)

et

Frédéric GOSSELIN

Irstea

Écosystèmes forestiers (UR EFNO)

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

La crise de la biodiversité est aujourd'hui largement documentée et reconnue par la communauté internationale (Diaz *et al.*, 2019). L'objectif de ce travail était d'examiner les déterminants socio-économiques de l'état de la biodiversité à une échelle spatiale fine en France métropolitaine. La littérature académique s'intéressant à ces déterminants a mis en évidence un impact négatif prépondérant du degré d'inégalité socioéconomique (Mikkelsen *et al.*, 2007 ; Holland *et al.*, 2009), ou des densités de valeur ajoutée et de population (Gosselin et Callois, 2018) sur la biodiversité. Cependant, ces études restent limitées du point de vue de leur résolution spatiale (au niveau des États). Ici, l'originalité est d'analyser ces relations à une échelle infra-nationale en mobilisant des indicateurs plus fins et un plus grand nombre d'observations. Constate-t-on à cette échelle un effet négatif du degré d'inégalité socio-économique et/ou de la densité d'activité humaine sur la biodiversité ?

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

L'analyse visait à examiner les corrélations entre variables socio-économiques (revenu, inégalité, densités) et richesse spécifique en oiseaux, dans des modèles incluant par ailleurs systématiquement des covariables écologiques (énergie disponible, hétérogénéité des habitats). Les données de biodiversité sont issues de l'Atlas des oiseaux nicheurs de France métropolitaine, publié par le Muséum national d'Histoire naturelle en 2015, qui s'appuie sur un découpage de la France en mailles de 10 km par 10 km. Les variables socio-économiques sont issues de bases de données locales fournies par l'Insee, mobilisées à plusieurs échelles spatiales – intercommunalité, département, région – pour l'année 2006, afin d'autoriser un retard dans l'expression des effets sur la biodiversité. Des modèles linéaires généralisés suivant une loi binomiale négative ont été estimés et comparés sur les mailles (env. 3000) où l'information socio-économique était disponible à ces trois échelles géographiques.

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

Nos résultats les plus intéressants concernent les effets du revenu (positifs) et de l'inégalité de revenu (négatifs) sur la biodiversité. Nos modèles mettent en évidence une corrélation positive, statistiquement significative et robuste aux différentes spécifications testées, entre le revenu médian de la population résidente d'un territoire et la richesse spécifique en oiseaux nicheurs des mailles qui lui sont associées. Dans ces mêmes modèles, le coefficient de l'indicateur d'inégalité (indice de Gini ou rapport interdécile) n'apparaît pas statistiquement significatif, mais celui de l'interaction entre cet indicateur (aux échelles départementale ou régionale) et le degré d'artificialisation de la maille est significatif et négatif : l'effet de l'inégalité mis en évidence par la littérature antérieure au niveau des pays semble s'exprimer au niveau local dans les espaces

artificialisés. Sur les mailles les plus artificialisées de notre échantillon (env. 300 mailles dont plus de 10% de la superficie est artificialisée), on observe la relation directe négative entre inégalité et richesse spécifique (cf. Fig. 1). Les mécanismes sous-jacents à ces résultats – qu'il reste à éclaircir – pourraient être en lien avec les préférences environnementales de la population (plus favorables à la conservation dans les territoires plus favorisés) et la qualité de la gestion collective de la biodiversité (moindre dans les espaces à la fois artificialisés et inégalitaires).

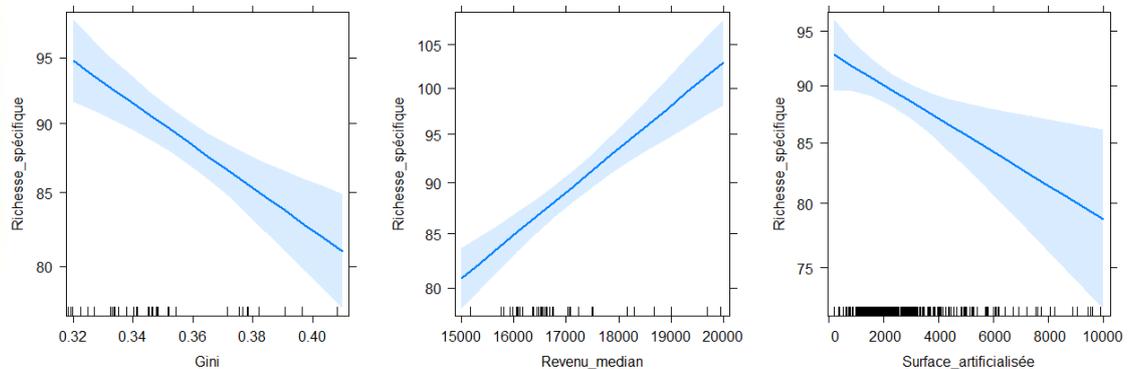


Fig. 1. Effets des facteurs socioéconomiques sur la richesse spécifique à une échelle locale

Source : M. Garrigos, 2019.

Note : extrait de résultats d'estimation sur les mailles les plus artificialisées (richesse spécifique en oiseaux nicheurs issue des données MNHN 2015 à la maille 10 km x 10 km ; inégalité et revenu mesurés par l'indice de Gini et le revenu fiscal médian à partir des données Insee 2006 à l'échelle régionale ; surfaces artificialisées d'après CLC 2006 ; modèle incluant des covariables écologiques).

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

Les résultats obtenus sont originaux et prometteurs, mais des approfondissements apparaissent nécessaires pour pouvoir passer à la phase de valorisation auprès de la communauté scientifique. Ce stage de Master a joué un rôle de catalyseur pour le montage d'un projet doctoral interdisciplinaire sur les relations entre géographie économique, inégalité et biodiversité. Ce projet couplant modélisation théorique et analyse statistique permettra d'aller plus loin dans l'identification des relations empiriques et des mécanismes en jeu, et possiblement jusqu'à l'élaboration de recommandations en termes d'action publique pour la conservation de la biodiversité.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

RÉPONSE D'UNE ESPÈCE ENDÉMIQUE DES ÎLES KERGUELEN AUX CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX, MODÈLES PRÉDICTIONNELS ET ENJEUX DE CONSERVATION

Réalisé par :

Margot MINJU ARNOULD-PETRE

Mention de master : Master of Science in Marine Biology

Parcours de master : International Master in Marine Biological Resources (IMBRSea)

Établissement d'inscription : Ghent University

Sous l'encadrement de :

Thomas SAUCEDE

Maître de conférences

Université de Bourgogne Franche-Comté

UMR CNRS 6282 Biogéosciences

Équipe SAMBA (Structuration des communautés aquatiques et biominéralisations)
et

Charlène GUILLAUMOT

Doctorante

Université de Bourgogne Franche-Comté

UMR CNRS 6282 Biogéosciences

Équipe SAMBA (Structuration des communautés aquatiques et biominéralisations)

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif

Situées en zone subantarctique, les Îles Kerguelen sont aujourd'hui confrontées à des changements environnementaux importants dont les effets sur les communautés marines sont encore mal cernés. De précédentes études ont montré la sensibilité de certaines espèces dont l'oursin *Abatus cordatus*, espèce marine côtière endémique des Kerguelen dont la disparition des habitats préférentiels est prédite par des modèles de distribution établis sur la base des scénarios climatiques du GIEC (2014). Ces résultats restaient cependant être étayés par des données sur la physiologie de l'espèce. L'objectif du stage consistait à produire un modèle physiologique de type DEB (*Dynamic Energy Budget*) à partir de données expérimentales précédemment acquises, afin de prédire la réponse de l'espèce aux différents scénarios climatiques, des changements de performance physiologique des individus à la structure et la survie des populations.

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

Le modèle DEB a été réalisé grâce au codage de scripts tournant sous le programme NetLogo qui permet de réaliser des simulations des variations environnementales (température et ressources nutritives) et de modéliser la réponse dynamique des populations à ces conditions. Un premier modèle DEB individuel avait été réalisé en amont, le stage consistant à développer ce modèle à l'échelle de populations en utilisant des données expérimentales et de la littérature sur la mortalité et la densité des populations et sur la fécondité de l'espèce en un site largement étudié des Kerguelen (l'Anse du Halage). Une analyse de sensibilité a été effectuée pour tester la robustesse du modèle. Le modèle populationnel a été projeté en différents sites et pour des conditions environnementales futures contrastées (augmentation de température, réduction des ressources alimentaires).

Principaux résultats obtenus

Ce stage a constitué une opportunité unique d'étudier la réponse d'une espèce subantarctique benthique, endémique des Kerguelen aux changements de l'environnement en croisant données expérimentales, observations de terrain et modèles dynamiques. À l'issue des six mois de stage, un modèle physiologique populationnel stable a pu être produit. Calibré sur un site expérimental (Anse du Halage) et projeté sur deux autres sites de l'archipel (Port-aux-Français et Île Haute), le modèle peut tourner de façon stable sur plus d'un siècle et prédire la survie, la densité et la structure des populations en fonction de différents scénarios climatiques. Il s'agit d'une première pour une espèce de l'océan Austral, de tels modèles physiologiques DEB étant très majoritairement développés pour des espèces tempérées et d'eaux chaudes. Ces résultats permettent aussi de mieux cerner la physiologie des individus en fonction des variations des ressources nutritives et de la température de l'eau. Les projections futures pour les années 2100 et 2200 prédisent une disparition plus ou moins brusque

des populations d'oursin en fonction des scénarios prédictifs testés (augmentation des températures et réduction des ressources alimentaires d'intensité contrastée ; capacités de résilience différentes des populations). Ces résultats confortent de précédentes interprétations tirées de modèles corrélatifs prédictifs déjà réalisés et publiés pour la région. Ils appuient les prédictions faites sur le devenir des communautés marines de l'archipel dans un futur proche face à un climat en pleine transition.

Impacts pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Tous ces résultats viennent en appui d'une thèse de doctorat en cours (C Guillaumot) et contribuent aussi à valoriser les travaux du programme de recherche Proteker de l'Institut polaire français (IPEV n°1044) et de la Zone Atelier Antarctique ZATA de l'INEE. Ils répondent également aux objectifs n°6 du plan de gestion de la réserve naturelle des Terres australes françaises (Taf) sur « l'amélioration des connaissances pour comprendre les effets des changements environnementaux sur les habitats marins ». Les résultats obtenus démontrent l'intérêt d'utiliser ce nouveau type d'approche en matière de conservation. Ils seront mis à la disposition de la réserve naturelle des Taf et de la CCAMLR (Commission pour la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique) ainsi que les codes du modèle utilisé afin pouvoir servir à d'autres cas d'étude.

En termes de valorisation scientifique, les résultats doivent faire l'objet d'une publication dans la revue *Ecological Modelling* (IF=2.6), revue internationale à comité de lecture dans le domaine de l'écologie et de la conservation. Ce travail a déjà été présenté au symposium international sur les DEB organisé à Brest en avril 2019 (DEB 2019, *Sixth International Symposium and Thematic School on DEB theory for metabolic organization*), au congrès européen sur les échinodermes en septembre 2019 à Moscou (10th European Echinoderm Conference) et au symposium annuel du Master IMBRSea de Brest en juin 2019.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE ET CHIMIQUE DE PLANTES ACCUMULATRICES DE MÉTAUX EN NOUVELLE-CALÉDONIE UTILISÉES POUR LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE ET LA CHIMIE VERTE

Réalisé par :

Pauline MAJOURAU

Mention du master : Master Biodiversité, écologie et évolution

Parcours du master : Écologie des forêts tropicales

Établissement d'inscription : Université des Antilles

Sous l'encadrement de :

Yohan PILLON

Institut de recherche pour le développement (IRD)

Laboratoire des Symbioses tropicales et méditerranéennes

Adaptation des symbioses aux contraintes édaphiques extrêmes

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Les maquis miniers présents en Nouvelle-Calédonie sont marqués par un très fort endémisme et menacés par les activités minières (extraction du nickel). Le Code minier stipule que les industriels doivent assurer la réhabilitation des zones exploitées. A cet égard, les espèces du genre arbustif *Grevillea* (famille des Protéacées) sont des candidates de choix car dotées de la capacité d'accumuler le manganèse dans leurs feuilles. Cette biomasse riche en métal peut ensuite être valorisée comme catalyseur bio-sourcé en chimie verte. Néanmoins, la diversité de ce genre reste mal comprise. Dans ce but, des études de phylogénie moléculaire, de génétique des populations et de chimie (ionomique) ont été conduites afin d'identifier les meilleurs écotypes pour la restauration écologique et la production de biomasse riche en manganèse.

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

Une étude phylogénétique des espèces de *Grevillea* de Nouvelle-Calédonie a été réalisée sur la base de gènes chloroplastiques et d'un gène nucléaire. Sept marqueurs microsatellites ont été développés pour étudier la génétique des populations de *Grevillea*. De plus, une vingtaine d'éléments, dont le manganèse, ont été mesurés dans les feuilles (étude ionomique).

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

Les analyses phylogénétiques montrent que les espèces du genre *Grevillea* endémiques de Nouvelle-Calédonie descendent d'évènements de dispersion multiples à partir de l'Australie et de l'Indonésie. Ces colonisations multiples semblent avoir abouti à la formation d'hybrides entre les différentes espèces arrivées sur le territoire, formant ainsi des allotétraploïdes, alors que les espèces parentales s'étant dispersées se seraient éteintes.

L'étude de génétique des populations montrent qu'il y aurait plus que trois espèces de *Grevillea* traditionnellement reconnues. En effet, la variété *glabriflora* de l'espèce *G. gillivrayi* pourrait être élevée au rang d'espèce. Les populations de *G. gillivrayi* du nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie apparaissent génétiquement et morphologiquement différentes et représenteraient ainsi une espèce distincte à décrire.

Les analyses ionomiques révèlent une diversité physiologique des *Grevillea* de Nouvelle-Calédonie. Les populations de *G. meisneri* de l'extrême nord du territoire en particulier semblent accumuler plus de manganèse que les autres populations.

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

Les études phylogénétiques ont permis de mieux comprendre l'origine des espèces de *Grevillea* de Nouvelle-Calédonie. Les études de génétiques de populations corroborent une révision taxonomique en cours basée sur la morphologie et suggérant que la diversité du genre *Grevillea* en Nouvelle-Calédonie était sous-estimée. Le genre compterait une dizaine d'espèces sur le territoire plutôt que trois. De nouvelles espèces seraient à décrire, certaines étant vraisemblablement rares et menacées. Des différences marquées dans la composition chimique des feuilles des différentes espèces, ainsi qu'au sein de certaines espèces ont été observées. Les populations de *G. meisneri* du nord de la Grande Terre présentent des teneurs particulièrement élevées en manganèse et sont donc des candidates de choix pour la production de biomasse riche en manganèse à grande échelle.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

EFFETS À LONG TERME DES PERTURBATIONS PASSÉES SUR LES TRAJECTOIRES DE BIODIVERSITÉ LORS DE LA SUCCESSION SECONDAIRE EN FORÊT TROPICALE GUYANAISE

Réalisé par :

Coralie DALBAN-PILON

Mention du master : Master en sciences, technologies, santé, mention - Biodiversité, Écologie, Evolution

Parcours du master : Écosystèmes Tropicaux Naturels et Exploités

Etablissement d'inscription : Université des Antilles

Sous l'encadrement de :

Géraldine DERROIRE

CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement)

UMR Ecologie des forêts de Guyane

et

Hubert DE FORESTA

IRD (Institut pour la Recherche et le Développement)

UMR AMAP (botAnique et bioinforMatique de l'Architecture des Plantes)

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Les forêts secondaires se réinstallant après déforestation sont devenues un composant majeur des paysages tropicaux. Comprendre leur résilience, *i.e.* leur capacité à retrouver la structure et la composition floristique d'une forêt non perturbée, est essentiel pour évaluer le rôle de ces forêts secondaires pour la conservation de la biodiversité et les services écosystémiques. Cependant, les processus écologiques orientant les trajectoires de réinstallation de la forêt (*i.e.* la succession secondaire) sont encore mal compris.

Ce stage a porté sur l'impact des perturbations anthropiques initiales sur les trajectoires de biodiversité en forêt secondaire de Guyane Française. Plus particulièrement, nous avons testé si l'effet de l'intensité du feu sur la végétation est toujours observable plusieurs décennies après, ou si les types de végétation ont convergé et sont maintenant similaires. Les trajectoires de biodiversité des communautés d'arbres ont été étudiées sous l'angle taxonomique.

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

L'étude a été conduite sur un site déforesté il y a 40 ans puis abandonné à la régénération forestière naturelle. Plusieurs types de perturbations anthropiques (feu, compaction des sols) ont produit des types de végétation initialement différents. Ce site fait l'objet d'un suivi de la dynamique forestière sur une parcelle permanente (arbres \geq 10 cm de diamètre) depuis 1989 et deux transects (\geq 1 cm) depuis 1980. Le stage a permis de pérenniser les deux transects, d'en réaliser un nouvel inventaire, de consolider la base de données correspondante, et de valider la carte de perturbation initiale. Les effets de la position topographique, de l'intensité des perturbations initiales (feu, compactage du sol) et de la distance à la forêt non perturbée sur les trajectoires de diversité (indice de Shannon) ont été modélisés via une approche bayésienne. Les changements de composition floristique ont été explorés via des statistiques multivariées. Nous avons également étudié les changements d'abondance des espèces dominantes.

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

Les résultats ont montré une claire augmentation de la diversité (indice de Shannon prenant en compte le nombre d'espèce et l'équitabilité de leurs abondances relatives) au cours des 40 premières années de réinstallation de la forêt. Les modèles testés n'ont pas permis de mettre en avant un effet de la perturbation initiale (intensité du feu) sur cette diversité. La position topographique a quant à elle un léger effet, reflétant l'importance de l'opposition entre les bas-fonds et les plateaux comme variables environnementale structurant les forêts guyanaises.

Pour ce qui est de la composition floristique, la forêt secondaire étudiée montre une composition encore très distincte d'une forêt mature 40 ans après le début de la

réinstallation de la forêt. Les espèces pionnières à courte durée de vie ont disparu après une trentaine d'année. Après 40 ans, les pionnières à longue vie sont toujours présentes mais laissent progressivement la place aux espèces de forêts matures. L'intensité du feu a un impact clair sur les espèces majoritaires dans les premiers temps de la succession, mais de moins en moins visible avec le temps. Cependant, si on considère l'ensemble des espèces présentes (majoritaires et moins abondantes), l'effet du feu sur les trajectoires de composition floristique est encore visible 40 ans après la perturbation.

Notre étude montre que les forêts secondaires mettent un temps important, supérieur aux 40 années de suivi sur le site étudié, à récupérer la biodiversité d'une forêt non-perturbée. Nous avons également mis en avant un effet de la perturbation initiale sur les trajectoires de biodiversité en forêt secondaire guyanaise. Cet impact se manifeste sur l'identité des espèces présentes (composition) mais pas sur le nombre d'espèces et l'équitabilité de leur abondance.

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

L'étude menée est une des rares études à avoir testé de manière formelle l'effet de la perturbation initiale sur les trajectoires de biodiversité en forêt secondaire à une échelle spatiale fine, grâce à la profondeur historique des suivis de végétation et à la connaissance détaillée des types de perturbations initiales. Un article scientifique est en cours de préparation pour porter ces résultats à la connaissance de la communauté scientifique.

Une des réalisations de ce stage a été la pérennisation des deux transects permettant un suivi de plus de 2700 arbres à partir d'un centimètre de diamètre à hauteur de poitrine, la consolidation de la base de données de suivi de ces deux transects et la validation de la carte de perturbation initiale sur 6,25 ha. Ceci permettra de poursuivre le suivi des trajectoires de succession secondaire sur une plus longue durée.

Les connaissances produites pourront contribuer à améliorer les pratiques de gestion dans un objectif de conservation et de restauration de la biodiversité. Ces connaissances sont importantes à la fois à l'échelle de la Guyane, où les changements d'usages des terres s'intensifient avec la pression démographique, et plus largement dans les forêts tropicales, pour lesquelles il y a un manque de connaissance des trajectoires de diversité au-delà d'une ou deux décennies.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

STRUCTURATION SPATIALE ET FACTEURS DÉTERMINANTS LA DÉCOMPOSITION DES LITIÈRES D'AVICENNIA GERMINANS DANS LES MANGROVES DE GUYANE

Réalisé par :

Judith ADOUDE ADOTEVI

Mention du master : Master 2 Recherche Gestion de l'environnement

Parcours du master : Management Analyse environnement valorisation

Option Analyse et diagnostic des pollutions

Établissement d'inscription : Aix-Marseille Université

Sous l'encadrement de :

Anne BOUSQUET-MELOU

Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale

CNRS-UMR 7263, IRD-UMR 237

Aix-Marseille Université Centre Saint-Charles

Équipe Diversité et fonctionnement des molécules aux écosystèmes
et

Raphaël GROS

Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale

CNRS-UMR 7263, IRD-UMR 237

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

L'élévation du niveau de la mer pourrait induire des modifications des régimes de salinisation côtiers et des réorganisations spatiales et fonctionnelles des mangroves. Le maintien de leur capacité de stockage du carbone repose sur une évaluation précise du processus de décomposition en fonction de la salinité.

Notre objectif était ainsi de comparer la décomposition des litières d'*Avicennia germinans* de Guyane et l'activité des décomposeurs entre des mangroves estuariennes (i.e. salinité marine plus fréquemment) et des mangroves fluviales (i.e. apports plus abondants en eau douce).

Nous avons testé 3 hypothèses : 1) la décomposition serait moins dynamique dans les mangroves estuariennes plus salées, 2) cette différence peut être expliquée par une composition chimique plus complexe et donc plus récalcitrante en mangroves estuariennes, 3) les litières sont supposées se décomposer plus rapidement dans leur milieu d'origine (*home field advantage*).

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

Afin de déterminer si la décomposition des litières dépend des conditions du milieu, et notamment de la salinité, qui s'exercent sur les décomposeurs et leurs activités, ou sur les plantes via la qualité chimique des litières, nous avons mis en place une expérience de transplantation réciproque de litière sur 3 fleuves guyanais (Mahury, Sinnamary et Kourou). Les feuilles récoltées sur chaque site ont été conditionnées en sachet de litière. Pour chaque fleuve, les sachets ont été déposés dans les sites récepteurs d'origine ainsi que dans les sites de salinité différente.

Après 30 et 45 jours de décomposition, nous avons mesuré les masses restantes, les activités enzymatiques, la diversité catabolique et identifié les communautés microbiennes par analyse des acides gras des phospholipides membranaires. La qualité chimique des litières a été évaluée par dosage des taux de carbone et d'azote et par l'établissement d'empreintes chimiques par spectroscopie en proche et moyen infrarouge.

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

Les feuilles vertes prélevées sur des palétuviers de la zone fluviale présentaient un ratio C/N inférieur à celles prélevées en mangroves estuariennes. Des différences significatives d'empreinte chimique (proche et moyen infra-rouge, phytométabolites) ont été observées entre les feuilles des différents fleuves mais l'origine de ces feuilles, estuarienne ou fluviale, n'induit pas d'empreinte chimique spécifique.

La perte de masse très rapide (>70% en 45 jours) n'est pas dépendante ni du milieu d'origine des litières, ni des conditions dans lesquelles se décomposent les litières. La décomposition s'accompagne d'une augmentation des activités enzymatiques estérases et tyrosinases, de la diversité et de l'activité catabolique microbienne. Ces activités

enzymatiques et la diversité catabolique sont plus élevées dans les litières qui se décomposent en milieu fluvial. Si les organismes décomposeurs de ces milieux sont plus actifs, les plus faibles niveaux de biomasses bactériennes et fongiques dans les mangroves fluviales peuvent expliquer l'absence de différence de perte de masse entre les mangroves fluviales et estuariennes.

Au cours de la première phase de décomposition (30j), les indices de *Home Field Advantage* significativement supérieur à zéro pour les biomasses fongiques et bactériennes, de gram+ et de gram- indiquaient l'avantage de ces propriétés à être exprimées sur des litières de provenance identique au milieu de décomposition. Ces résultats suggèrent qu'une augmentation de la salinité dans les premières phases de la décomposition pourrait modifier les interactions existantes entre les palétuviers et des communautés microbiennes syntrophiques. Après 45j de décomposition, la régression de ces indices qui ont atteint des valeurs proches de 0 suggère que les litières sont alors colonisées par des communautés microbiennes relativement ubiquistes lorsqu'elles sont soumises à des modifications environnementales plus tardives.

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

Les résultats acquis ont permis de mettre en évidence des mécanismes par lesquels les changements climatiques, via une évolution de la salinité, peuvent impacter la dynamique de décomposition et donc la dynamique du carbone. Le travail démontre que la perte de masse n'est pas affectée par la salinité mais cependant qu'une salinisation excessive pourrait induire des réorganisations fonctionnelles et par conséquent une modification du cycle du carbone. Bien que vraisemblablement très adaptables, les microorganismes colonisant et décomposant les litières des mangroves fluviales pourraient souffrir d'une augmentation pérenne de la salinité.

Les très fortes variabilités entre les fleuves de la qualité chimique du matériel végétal et des propriétés microbiennes impliquées dans la décomposition des litières suggèrent l'existence d'autres facteurs écologiques, tels que la naturalité du fleuve, l'âge ou l'état de santé des peuplements, contrôlant le processus de décomposition.

Ce travail sera valorisé par la rédaction d'un article qui sera soumis à une revue internationale indexée au JCR.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**ANTHROPOSYSTÈMES ET BIODIVERSITÉ TROPICALE :
ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE SANTÉ ET DE
L'ANTHROPISATION DE LA FORÊT GUYANAISE
CAS D'ÉTUDE : ÉVALUATION DES IMPACTS LIÉS AUX PRESSIONS
ANTHROPIQUES SUR LES FRUGIVORES ET LE PROCESSUS DE
DISPERSION DE GRAINES**

Réalisé par :

Opale COUTANT

Mention de master : Master Biodiversité, Écologie, Évolution

Parcours de master : Dynamique et Modélisation de la biodiversité

Établissement d'inscription : Université Grenoble Alpes

Sous l'encadrement de :

Pierre-Michel FORGET

Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)

UMR Mécanismes adaptatifs et évolution

Équipe ECOTROP Évolution des écosystèmes tropicaux et réponses adaptatives aux variations environnementales

et

Éric GUILBERT

Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)

UMR Mécanismes adaptatifs et évolution

Équipe ECOTROP Évolution des écosystèmes tropicaux et réponses adaptatives aux variations environnementales

Retrouvez la Mission Guyane 2019 en images sur Cafotrop

http://www.cafotrop.com/Mission%20Guyane%202019_124_12.html

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

La forêt tropicale amazonienne est l'un des biomes les plus riches de la planète. Pourtant, elle fait face à une augmentation des menaces liées à l'exploitation des ressources comme le bois, le minerais ou la faune-gibier. La Guyane française, située sur le plateau des Guyanes, présente l'une des forêts les moins fragmentées de l'Amazonie. Cependant, le fort accroissement démographique implique une augmentation graduelle des activités humaines, menaçant alors les écosystèmes. La Guyane représente donc un terrain d'étude idéal pour comprendre comment la biodiversité est progressivement altérée par ces activités. Pendant le stage, nous avons évalué la diversité des frugivores et le taux de dispersion de graines de deux espèces d'arbres dans différentes zones forestières menacées par des activités humaines comme la chasse et la déforestation. Cela permet de mettre en évidence le degré d'altération du processus de frugivorie, utilisé comme un proxy pour estimer l'état de santé de la forêt.

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

Nous avons combiné divers approches pour analyser le processus de frugivorie chez deux espèces d'arbres de la famille des Myristicacées (*Virola kwatae* et *V. michelii*), un modèle d'études sur les relations entre les plantes-animaux frugivores. (1) Nous avons réalisé des comptages de graines aux pieds des deux espèces d'arbres dans les zones forestières soumises à un degré d'altération différent et dans une forêt de référence non perturbée permettant d'évaluer l'activité de consommation de fruits et les taux de dispersion des graines. (2) Nous avons analysé la diversité de la faune à l'aide de pièges photographiques disposés à la base et dans la canopée des deux espèces d'arbres dans chacune des zones forestières. (3) Des outils de modélisations modélisant la probabilité d'occupation d'un site par une espèce en fonction de facteurs environnementaux ont ensuite été utilisés pour mettre en avant la réponse spécifique des principaux frugivores observés aux pressions humaines.

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

Cette étude met en évidence une baisse de la diversité faunistique dans les zones forestières les plus impactées par l'homme le long d'une route nationale, avec la plus faible diversité observée dans la forêt à proximité des corridors les plus proches d'une zone urbanisée. Nous avons notamment pu remarquer la quasi-absence du singe araignée dans les forêts sur crêtes, son habitat principal, où il est connu pour être le principal consommateur des fruits des deux espèces d'arbres étudiées. Toutefois, malgré cette baisse de diversité, le taux de dispersion de graines ne diffère pas significativement de la forêt de référence. Cela révèle un cas de résilience de l'écosystème anthropisé par redondance fonctionnelle et plasticité du régime alimentaire des frugivores. En effet, bien que les espèces les plus sensibles aux activités humaines tendent à disparaître en

s'approchant de la zone urbanisée, la présence d'autres espèces moins sensibles (Primates de plus petites tailles, toucans) consommant les mêmes fruits permet de compenser la rareté, voire la disparition des espèces de plus grande taille. De plus, avec une moindre consommation par les principaux frugivores *Primates Ateles*, les fruits sont présents en plus grande quantité et les plus petits frugivores présents peuvent réorienter une part de leur régime alimentaire sur ces fruits. En outre, nous avons pu mettre en évidence que l'espèce arboricole *Potos flavus* ou kinkajou présentait un rôle plus important dans la dispersion des graines des deux arbres étudiés qu'évoqué dans la littérature. Ce cas d'étude démontre que les activités humaines comme la chasse induisent une défaunation en ciblant certaines espèces-gibiers. Toutefois, grâce à la diversité des frugivores, la perte des espèces de grande taille semble être en partie compensée par les plus petites espèces, le processus de frugivorie restant alors maintenu et comparable à une forêt non perturbée jusqu'à un certain seuil qui reste cependant à identifier.

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

Dans le contexte actuel des changements globaux, l'évaluation de l'état de dégradation des écosystèmes naturels et leur devenir en fonction de l'augmentation des activités humaines est devenu un enjeu primordial. Pour cela de nombreuses méthodes d'études ont émergé parmi lesquelles le camera-trapping. Cette méthode est largement utilisée pour inventorier la faune au sol et s'est rapidement développée car elle s'avère moins couteuse en temps passé sur le terrain, permet de collecter plus de données et est peu invasive. Notre étude a permis de tester cette méthode en canopée et s'est révélée efficace et fiable pour détecter la faune nocturne. Cela nous a permis de tester différents positionnements et différents paramétrages de caméras et ainsi fournir des informations précieuses à la communauté grandissante de chercheurs développant le camera-trapping en canopée. D'un point de vue global, notre étude nous a permis de dresser un état des lieux d'une forêt encore peu impactée et servira de point de comparaison lorsque de nouvelles études seront réalisées sur cette même forêt qui sera de plus en plus altérée. Cela permettra de comprendre en détail les mécanismes de dégradation des écosystèmes forestiers amazonien induits par les pressions humaines.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**BIODIVERSITÉ DE LA MICROFLORE ASSOCIÉE
AU MACROALGUES DE L'OcéAN INDIEN (MADAGASCAR ET
LA RÉUNION) ET INTÉRÊT POUR L'INDUSTRIE
CAS : ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ MICROBIENNE ISSUE D'ALGUES
ROUGES ET BRUNES COLLECTÉES DANS LA ZONE OUEST DE
L'OcéAN INDIEN EN VUE DE LEUR VALORISATION**

Réalisé par :

Ornella FRATI

Mention du master : Master Biotechnologies

Parcours du master : Biomolécules, micro-organismes et bioprocédés

Établissement d'inscription : Université de Bretagne Sud

Sous l'encadrement de :

Mireille FOUILLAUD

Université de La Réunion

Laboratoire LCSNSA (EA 2212) – Laboratoire de chimie des substances naturelles et sciences des aliments

et

Hélène MAGALON

Université de La Réunion

UMR Entropie 9220 IRD-CNRS

Écologie marine tropicale des océans Pacifique et Indien

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Dans le but de supprimer les pigments synthétiques de la formulation des produits du quotidien, diverses industries (teinturerie, agroalimentaire, cosmétiques...) sont à la recherche de colorants naturels nouveaux. Le programme Madalgo a pour but d'étudier les algues de l'île de Madagascar ainsi que les micro-organismes qui leur sont associés. Plusieurs microorganismes, essentiellement des champignons filamenteux et des actinomycètes sont en effet connus pour produire des molécules colorées de couleurs très variées (pigments) lorsqu'ils sont cultivés en bioréacteurs. Ces pigments fabriqués massivement peuvent être des alternatives naturelles aux pigments synthétiques. Parmi les échantillons récoltés autour de l'île de Nosy Be (Madagascar) neuf algues ont été sélectionnées et des micro-organismes endophytes ont été revivifiés et purifiés. Leurs potentiels respectifs à produire des molécules colorées a été testé.

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

Cette étude a nécessité des techniques de microbiologie, biologie moléculaire, imagerie ainsi que des mesures physico-chimiques.

L'étude des communautés microbiennes a débuté par la culture et la purification en milieux solides des endophytes associés aux 9 algues sélectionnées. Les observations macroscopiques et microscopiques (jour d'apparition, milieu de revivification, aspect des colonies, coloration du milieu, micro-structures caractéristiques) ont été répertoriées pour chaque isolat des cortèges floristiques. Tous les isolats ont été stockés à -80°C. Ceux qui présentaient une coloration notable en culture solide ont été testés pour leur capacité à sécréter des pigments en milieu liquide. Les surnageants des cultures ont été soumis à une première caractérisation physique (colorimétrie CIE $L^*a^*b^*$, spectrophotométrie visible/UV). Enfin, les isolats choisis pour les tests de production colorée ont été identifiés, par amplification génétique *in vitro* (PCR) et séquençage moléculaire.

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

Sous nos conditions d'expérimentation, 244 isolats microbiens ont été purifiés à partir des 9 algues étudiées (*Galaxaura rugosa*, *Gelidiopsis scoparia*, *Gibsmithia hawaiiensis*, *Halymenia spp.*, *Halymenia stipitata* (n=2), *Lophocladia kuetzingii*, *Sonderopelta coriacea* et *Vanvoorstia sp.*). Un cortège floristique comportant entre 11 et 21 souches microbiennes/algue a ainsi été estimé avant plus amples investigations. La caractérisation génomique des 20 isolats, sélectionnés pour leur capacité à colorer le milieu de culture, a permis de révéler les genres *Aspergillus* et *Penicillium* (micromycètes marins facultatifs). Au sein de cette sélection, le champignon filamenteux le plus fréquemment identifié a été *A. sydowii* (9/9), puis dans un ordre de fréquence décroissant *A. niger* (4/9), *A. chevalieri* (3/9), *A. unguis* (3/9), *P. fundyense* (2/9), *A. flavus* (2/9), *A. stellatus* et *P. citrinum* (1/9).

Les teintes dominantes en cultures solides vont du jaune au violet, tandis que les surnageants présentent des teintes vertes à jaunes pour les *Penicillii* et jaunes à oranges pour les *Aspergillii*. Un isolat d'*Aspergillus* dont l'espèce n'a par ailleurs pas été identifiée, a produit un surnageant rouge/pourpre, couleur d'intérêt pour l'industrie agroalimentaire. La tendance montre que la production de molécules colorées a été favorisée dans une des conditions expérimentales choisies. Aucun isolat n'a néanmoins produit de surnageant intensément coloré dans ces conditions de culture. L'hypothèse d'un phénomène d'épigénétique a été émise à la suite de l'observation de deux isolats de la même espèce ne présentant par la même réponse biochimique dans des conditions de croissance semblables, révélant une chimiodiversité spécifique importante. Enfin, une prévention peut être faite en raison de la présence de *A. sydowii*, pathogène connu pour des coraux *Gorgonia sp.*

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

Ce travail apporte des renseignements écologiques inédits sur les associations entre des micromycètes endophytes et les macroalgues étudiées, collectées à proximités des côtes de Madagascar. Dans l'objectif d'une valorisation économique, cette étude préliminaire a permis de réaliser une collection de microorganismes d'origine marine, disponibles au LCSNSA (Université de La Réunion). Ces micromycètes pourront être cultivés ultérieurement, dans des conditions expérimentales variées afin d'exploiter leur potentiel chimique. En effet, les microorganismes d'origine marine sont connus pour synthétiser un large panel de molécules nouvelles et originales, exploitables en pharmacologie, cosmétique ou industrie alimentaire. À plus court terme, ces résultats orientent des travaux vers l'optimisation des conditions de cultures de certains isolats d'*Aspergillus* et de *Penicillium*, afin de parvenir à des sécrétions de pigments accrues, dont les couleurs correspondent bien aux teintes recherchées en industrie (du jaune au rouge). Les productions fongiques doivent néanmoins être soumises à des caractérisations physico-chimiques plus poussées afin d'évaluer les potentialités d'exploitation des pigments et la toxicité éventuelle des produits.

La caractérisation de l'ensemble du cortège floristique des 9 algues devra également être poursuivie afin d'identifier des pistes supplémentaires de valorisation des microorganismes comme producteurs de molécules naturelles d'intérêt.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

DYNAMIQUE DE LA RÉPONSE BIOLOGIQUE DES RÉCIFS CORALLIENS DE LA RÉUNION FACE AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET CHANGEMENT LOCAL : SUIVI DE LA REPRODUCTION SEXUÉE DES MILLÉPORES (CNIDARIA, HYDROZOA) ET DU RECRUTEMENT DES SCLÉRACTINIENNES (CNIDARIA, ANTHOZOA)

Réalisé par :

Océane FEBVRE

Mention du master : Master Sciences de la mer

Parcours du master : Biologie et écologie marines

Établissement d'inscription : Université de Bordeaux

Sous l'encadrement de :

Chloé BOURMAUD

UMR ENTROPIE 9220

Écologie marine tropicale des océans Pacifique et Indien

et

Lola MASSE

Réserve naturelle marine de La Réunion

et

François GUILHAUMON

UMR MARBEC, *Marine Biology Exploitation and Conservation*



RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif

La santé des récifs coralliens est liée à la capacité de reproduction des coraux bâtisseurs de récifs, les Scléactiniaires, ou coraux durs, et les Millépores, ou coraux de feu, qui peuvent être affectés par le réchauffement climatique et les changements locaux. Dans le cadre de l'observatoire des Sciences de l'Univers de La Réunion (OSU-R), observatoire hébergé à l'université de La Réunion, plusieurs mesures récurrentes sont effectuées au sein de la station récifale et côtière de l'ouest de La Réunion, sur le territoire de la Réserve Nationale Marine de La Réunion (RNMR), depuis 2010. Parmi celles-ci, la réponse biologique des récifs coralliens est étudiée en réalisant un suivi annuel de la reproduction des Millépores et un suivi biennuel du recrutement des Scléactiniaires. L'objectif de ce stage est d'estimer et de comparer la dynamique de reproduction de ces deux groupes de bâtisseurs à moyen terme, soit sur une durée proche de 10 ans.

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

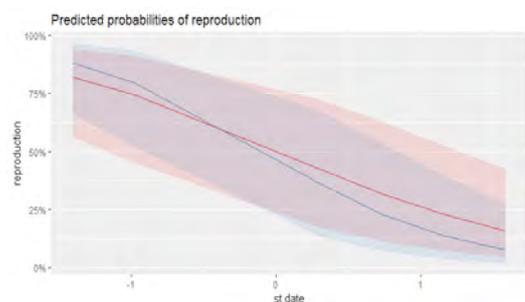
Les données biologiques enregistrées concernent : (1) le nombre de colonies de *Millepora exaesa* entrées en reproduction sur les platiers pendant l'été austral, selon les années et la taille des colonies, et (2) l'abondance des recrues de Scléactiniaires et leur composition taxonomique (identification au niveau générique de recrues fixées sur des plaques immergées pendant 6 mois – 25 plaques par site - 2 lots/an, correspondant à l'hiver et l'été australs), sur les platiers et pentes externes. Ces mesures pérennes sont effectuées sur deux complexes récifaux : le récif de St Gilles/La Saline (site anthropisé) et celui de St Leu (site peu fréquenté qui bénéficie d'influences océaniques). Les analyses statistiques ont été réalisées grâce à des modèles Linéaires Généralisés à effets mixtes (GLMER). La description de l'évolution de la composition des communautés de recrues (Pocilloporidés, Acroporidés, Poritidés et « autres ») a été traitée à l'aide d'une NMDS (*Nonmetric Multidimensional Scaling*).

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

- **Suivi de la reproduction des Millépores**

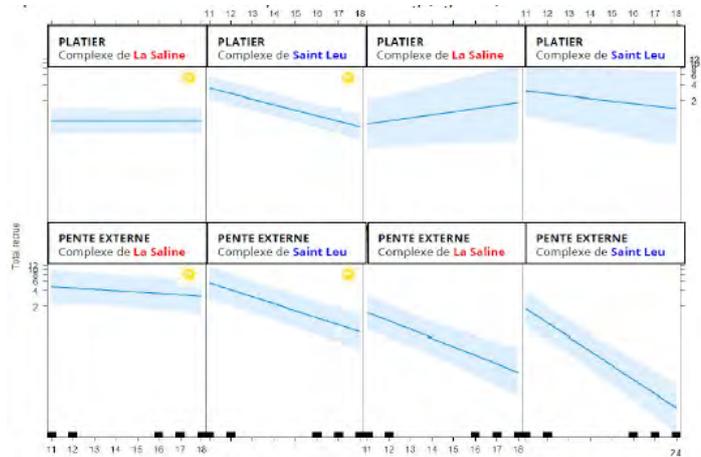
Les résultats indiquent une diminution de la probabilité d'entrer en reproduction au cours des années pour les deux sites. D'un taux de reproduction équivalent à 85% en début de suivi, celui-ci est tombé à environ 12%, huit années plus tard. La figure ci-contre montre que la baisse de la probabilité d'entrer en reproduction est plus forte sur le complexe de St Leu (en bleu) que sur celui de St Gilles/La Saline (en rouge).

En outre, la taille des colonies est corrélée avec la capacité à entrer en reproduction, mais cet effet positif de la taille sur la reproduction est plus faible pour les colonies du complexe de St Leu.



- **Suivi du recrutement des Scléactiniaires**

Globalement, la probabilité de recruter sur les plaques diminue au cours des années, avec une baisse plus forte en hiver qu'en été, particulièrement accentuée en pentes externes. Le complexe de St Leu serait plus propice au recrutement que celui de St Gilles/La Saline, mais on note une chute plus forte à St Leu au cours des années. Concernant les platiers, les différences entre saisons sont moins marquées sur St Leu et on note une probabilité de recruter sur le site de St Gilles/La Saline qui progresse avec le temps. Quel que soit le complexe récifal considéré, les abondances (sommation des recrues) sont plus faibles sur les platiers que sur les pentes externes (figure ci-contre). Les abondances diffèrent selon les sites : les plaques du complexe de St Leu comportent plus de recrues que celles immergées à La Saline. Cependant, l'effet globalement positif du site de Saint-Leu sur l'abondance en recrues diminue plus fortement au cours des années et particulièrement en hiver. En outre, l'analyse NMDS montre globalement un shift des communautés des recrues du groupe des Acroporidés ou « Autres » vers des recrues de Pocilloporidés (espèces ubiquistes).



- **En conclusion**

Une même tendance à la régression de la reproduction des Millépores et du recrutement des Scléactiniaires s'observe sur les 2 sites investigués, avec une baisse accentuée sur le site de St Leu (peu fréquenté) par rapport à celui de St Gilles/La Saline (très fréquenté).

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

Cette étude montre que les récifs coralliens de La Réunion sont impactés par les changements globaux et locaux. Comparativement au site de St Gilles/La Saline, le site de St Leu est peu fréquenté et bénéficie d'influences océaniques. Pourtant, bien qu'il soit le plus propice à la reproduction des Millépores et au recrutement des scléactiniaires, au début du suivi, c'est aujourd'hui le récif le plus impacté de l'ouest de La Réunion. L'urbanisation croissante du bassin versant de St Leu (de surcroît plus pentu que celui de St Gilles/La Saline) semble être un facteur majeur de la santé dégradée de son récif. En effet, les derniers épisodes de cyclones et de fortes pluies à La Réunion ont entraîné des inondations et des coulées de boues, particulièrement forte à St Leu.

L'imperméabilisation croissante des sols du bassin versant de St Leu conduit à une érosion suivie d'une sédimentation dramatique dans le lagon de St Leu. Le plan de gestion de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion doit prendre en compte l'ensemble des bassins versants, dont son territoire est l'exutoire, pour favoriser la résilience des organismes bâtisseurs de récifs face au réchauffement global de notre planète.

Cette étude a fait l'objet d'une présentation à deux congrès internationaux par Océane Febvre, sous la forme d'une affiche :

- Island Biology 2019 (8-13 juillet 2019, La Réunion),
- 11th West Indian Ocean Marine Science Association (WIOMSA) Scientific Symposium (16-24 juillet 2019, Maurice).



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**STRUCTURATION DES ASSEMBLAGES DE POISSONS
RÉCIFAUX ENTRE ZONE MÉSOPHOTIQUE ET SURFACE
ÉTUDE LE LONG D'UN GRADIENT DE PROFONDEUR
ET D'INTENSITÉ DE PÊCHE SUR LA PENTE EXTERNE
DU RÉCIF-BARRIÈRE DU LAGON MAHOAIS**

Réalisé par :

Marie GIMENEZ

Mention du master : Master Biodiversité, écologie, évolution

Parcours du master : ÉcoSystèmes

Établissement d'inscription : Université de Montpellier & Montpellier
SupAgro

Sous l'encadrement de :

Thomas CLAVERIE

Centre universitaire de formation et de recherche de Mayotte

UMR MARBEC (*MARine Biodiversity, Exploitation and Conservation*)

Département Sciences et technologies

Équipe Sciences de la vie du CUFR de Mayotte

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Les récifs des zones mésophotiques (30-150m) seraient mieux protégés des perturbations d'origine anthropique que les récifs coralliens de surface de par leur profondeur. Ils représenteraient donc un refuge potentiel pour les poissons des zones peu profondes. Cependant, ces écosystèmes ont été peu étudiés dans l'ouest de l'océan Indien, notamment dans le canal du Mozambique, région très pauvre et où la menace de la surpêche est omniprésente. Deux questions se posent alors : existe-t-il une structuration verticale de l'ichtyofaune dans la région ? Et est-ce que cette structuration est modifiée par un forçage anthropique de type pêche artisanale ? Les prédictions étant que les zones profondes aux assemblages plus spécialisés à de faibles conditions de lumière resteraient intactes conférant alors un moyen de résilience pour les assemblages peu profond, assumant des transferts verticaux d'organismes.

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

L'approche choisie a été de réaliser des enregistrements vidéo (en stéréovision pour évaluer taille et distances) sur deux gradients choisis : la profondeur et l'intensité d'effort de pêche. Initialement envisagé via une méthodologie de comptage transect à l'aide d'un robot, des problèmes techniques nous ont contraints d'utiliser une méthodologie en point fixe basé sur un dépôt de caméra sur le substrat. Par conséquent, un jeu de quatre caméras a été simultanément déployé sur un gradient de 80 à 5 m de profondeur pour chacune enregistrer au moins deux heures de vidéo, ceci sur trois jours différents pour chacun des sites étudiés. En effet, six sites ont été sélectionnés sur la pente externe de la barrière de corail de façon à obtenir un gradient d'effort de pêche basé sur les données d'enquêtes réalisées par le parc marin de Mayotte depuis plusieurs années. Suite à ces enregistrements, les vidéos ont été traitées pour extraire les abondances de poissons par espèce et ainsi calculer des métriques proxy de structure d'assemblage.

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

Les résultats obtenus, qui restent préliminaires, tendent à montrer une forte réponse des assemblages à la profondeur et à l'habitat, mais une réponse quasi nulle à l'effort de pêche. En effet, en accord avec d'autres études dans d'autres parties du monde, il y a une diminution de l'abondance d'individu, de la richesse spécifique et fonctionnelle des assemblages avec la profondeur. Par exemple, les assemblages profonds sont principalement caractérisés par des poissons de type planctonophage et piscivore (gros prédateurs) alors qu'en surface on retrouve beaucoup de brouteurs et d'herbivores. En revanche, aucun effet de l'effort de pêche n'a été noté sur la structuration des assemblages. Ceci dit, seul 6h, réparties en 360 séquences d'une minute de vidéo aléatoirement sélectionné sur plus de 100h enregistrés, ont été analysés et aucune mesure de biomasse n'a encore pu être réalisée. Il est donc clair que ces résultats

demeurent encore préliminaires et demandent à être approfondis pour tirer des conclusions pertinentes sur l'effet de la pêche sur les assemblages. De plus, sachant que l'effort de pêche a été évalué à partir d'enquête réalisée auprès de pêcheurs ces cinq dernières années, il est possible que ces efforts aient changé au cours du temps, avec par exemple un épuisement des ressources de certains sites moins pêchés par la suite. En conclusion, il est clair qu'il existe une forte structuration verticale des assemblages, mais l'effort de pêche sur cette structuration demeure pour l'instant difficile à établir.

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

Au regard de cette étude préliminaire, le bénéfice des zones mésophotique comme potentiels refuges pour les poissons de récifs de surface semble n'être que partiel. En effet, même si des espèces sont communes sur toute la profondeur, les assemblages de poissons changent avec par exemple certaines espèces d'herbivores qui n'utiliseraient pas la zone mésophotique comme zone de refuge. Bien sûr, nous n'avons pas abordé la variation temporelle de ces peuplements qui peut potentiellement résulter en des migrations verticales journalières, hebdomadaires ou saisonnières. De plus, aucun changement de la structuration de l'ichtyofaune ne semble être corrélé à l'effort de pêche. Cela dit, ces résultats semblent suggérer que les milieux mésophotique sont différents des milieux peu profonds et qu'il semble nécessaire d'adopter des mesures de protection spécifiques pour ces deux écosystèmes. Ces résultats ont été partagés avec les gestionnaires du parc naturel marin de Mayotte et seront publiés après une analyse beaucoup plus complète des résultats.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**DIVERSITÉ, BIOGÉOGRAPHIE ET ÉVOLUTION
DE LA FOSSORIALITÉ D'UN GROUPE DE GRENOUILLES
DU PLATEAU DES GUYANES :
ÉVOLUTION DE LA MORPHOLOGIE EN RELATION AVEC LA
PHYLOGÉNIE ET LA BIOGÉOGRAPHIE AU SEIN DE
SYNAPTURANUS, UN GENRE DE GRENOUILLES
AMAZONIENNES FOUISSEUSES**

Réalisé par :

Killian LEBLANC

Mention de master : Master 2 Biodiversité, écologie et évolution

Parcours de master : Systématique, évolution et paléontologie

Établissement d'inscription : Sorbonne Université

Sous l'encadrement de :

Antoine FOUQUET

CNRS Centre national de la recherche scientifique

EDB Écologie diversité et biodiversité - UMR5174, Toulouse

et

Anne-Claire FABRE

NHM *Natural History Museum*, Londres

The Goswami Lab

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectifs

La biodiversité connaît un déclin rapide tandis que la connaissance de ses multiples dimensions reste très partielle, en particulier dans les régions tropicales comme l'Amazonie. Le déclin spectaculaire des amphibiens est un des exemple phare de cette crise alors que beaucoup d'espèces restent encore non décrites. En outre, ce groupe représente un modèle clé pour comprendre les origines encore méconnues de la mégadiversité Amazonienne.

Synapturanus est un genre de grenouilles fouisseuses composé de trois espèces décrites qui se répartissent à travers l'Amazonie. En raison de leurs mœurs elles sont très difficiles à trouver et donc très mal connues. Des données préliminaires suggèrent que la diversité existante au sein du genre est très sous-estimée. Par ailleurs, la morphologie des spécimens des populations connues semble être structurée spatialement avec des spécimens de petite taille et d'allure grêle à l'Ouest et des individus plus grands et trapus à l'Est.

Dans ce contexte nous avons réévalué la diversité au sein du genre et étudié la biogéographie et l'évolution morphologique au sein du genre *Synapturanus* en relation avec le mode de vie fouisseur à l'aide de données morphologiques (uCT scans), moléculaires (mitogenomes, nuDNA) et acoustiques.

Méthodes mises en œuvre ou approches utilisées

Dans un premier temps nous avons délimité les espèces candidates en combinant morphologie externe, acoustique et analyse moléculaire (consensus majoritaire : ABGD, bPTP et GMYC).

Une fois ces unités délimitées, nous avons sélectionné un représentant de chacune d'entre elles et produit des données mitogénomiques et nucléaires (POMC et RAG1) afin d'établir leurs relations phylogénétiques et les temps de divergence entre elles.

Ces relations ont ensuite été combinées avec une analyse morphométrique réalisée à l'aide de points repères sur deux structures : le crâne et l'humérus, deux structures, dont la variation morphologique, pourrait être en lien avec la biogéographie et le degré de fossorialité.

Principaux résultats ou conclusions obtenus

Les données moléculaires, morphologique et acoustiques suggèrent l'existence de 15 espèces candidates au sein du genre *Synapturanus* ce qui multiplierait par 4 la richesse spécifique du genre. Ces 15 espèces forment trois clades localisés au centre, à l'est et à l'ouest de l'Amazonie et ayant divergé entre 35 et 25 millions d'années. Au cours de cette période des évènements majeurs tels que la mise en place du système Pebas et des épisodes de changements climatiques importants ont eu lieu en Amazonie.

L'analyse morphométrique suggère que qu'un sous clade formé par des espèces du clade Est au sein du plateau des Guyanes possèdent des humérus plus adaptés pour creuser notamment avec des zones d'insertions musculaires plus importantes et des articulations plus grosses. Un phénotype « super-fouisseur », est donc apparu secondairement au sein du plateau des Guyanes il y a environ 15 millions d'années.

Impacts pour les sciences et la société et valorisations envisagées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes ?

Ce travail montre une sous-estimation spectaculaire du nombre d'espèces au sein du genre *Synapturanus* et une histoire de diversification ancienne en Amazonie. Par ailleurs, les données morphologiques suggèrent une évolution complexe de la fossorialité au sein du genre. Ce travail reste incomplet en termes de données moléculaire et morphologiques mais les dernières lacunes sont en passe d'être comblées. Par conséquent, ce travail fera l'objet d'une publication sur l'évolutions du groupe et aussi de plusieurs publications de description d'espèces. Dès lors qu'il sera plus abouti, il fera aussi l'objet de communication en congrès.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE ET MORPHOLOGIQUE DES ULVES (*ULVOPHYCEAE, CHLOROPHYTA*) EN NOUVELLE-CALÉDONIE DANS LE CADRE DU PROJET ALIEN : ALGUES VERTES ET INVASIONS BIOLOGIQUES EN NOUVELLE-CALÉDONIE

Réalisé par :

Siloë GOBIN

Mention de master : Sciences de la Terre et des planètes, environnement

Parcours de master : Écosystèmes et bioproduction marine

Établissement d'inscription : UFR Sciences et techniques de Nantes

Sous l'encadrement de :

Claude PAYRI

Institut de recherche pour le développement (IRD)

UMR ENTROPIE (Écologie marine des systèmes insulaires tropicaux des océans Pacifique et Indien)

et

Laurent MILLET

Institut de recherche pour le développement (IRD)

UMR ENTROPIE (Écologie marine des systèmes insulaires tropicaux des océans Pacifique et Indien)

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

La Nouvelle-Calédonie a été affectée par plusieurs événements de marées vertes qui ont affectés depuis 2018 le lagon de Poé, situé au nord de Nouméa (Grande-Terre). Le genre d'algues verte *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta) impliqué dans ces proliférations est cosmopolite et regroupe des espèces aux morphologies variées, avec des formes en lame ou tubulaires et dont l'identification à l'échelle de l'espèce nécessite des approches de taxonomie intégrative. Sa large distribution et l'impact de sa prolifération sur les milieux font d'*Ulva* un genre bien documenté dans les régions tempérées et boréales et la référence à ces espèces pour les zones tropicales et subtropicales est inappropriée. Si l'origine de ces proliférations a été reliée à une mauvaise gestion des eaux usées et une utilisation non raisonnée de fertilisants, le statut des espèces impliquées (introduites vs indigènes) devait être précisé et a fait l'objet de ce projet.

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

A partir des collections phycologiques du centre IRD de Nouméa et de nouvelles collectes d'échantillons provenant des sites impactés, la diversité du genre a été étudiée par une double approche combinant des analyses génétiques et morphologiques. L'ADN a été extrait de 50 échantillons, puis amplifié par PCR à partir des marqueurs plastidiaux (*tufA*, *rbcl*) et nucléaire (ITS). Les séquences (réalisées par GenoScreen, Lille) obtenues dans cette étude et complétées par celles réalisées antérieurement au laboratoire ENTROPIE (46) et celles issues de Genbank (31) ont permis la reconstruction d'arbres phylogénétique, pour chacun des marqueurs et en concaténant les séquences, par des méthodes bayésiennes (Mr Bayes) et de Maximum de ressemblance (RaxML). Les données génétiques ont été confrontées aux données de morphologie obtenues par l'étude au microscope photonique et confrontées aux descriptions d'espèces disponibles.

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

Les analyses phylogénétiques, réalisées avec les trois marqueurs *tufA*, *rbcl* et ITS, ont donné des résultats congruents et la topologie de l'arbre concaténé a permis de délimiter huit groupes bien distincts génétiquement, dont quatre correspondent à des espèces jusque-là non répertoriées dans les bases de données génétiques. Les analyses morphologiques ont permis d'assigner sans ambiguïtés les séquences à 4 espèces : dont deux en forme de lame *Ulva fasciata* et *U. ohnoi*, et deux en formes tubulaires *U. flexuosa* et *U. tepida*. Les quatre autres entités non identifiées ont des formes tubulaires et ont des morphologies proches de celle d'*Ulva prolifera* (d'origine danoise et impliquée dans diverses marées vertes en régions tempérées) et dont elles se distinguent néanmoins par la structure générale du thalle, la disposition et la taille des cellules et le positionnement dans l'arbre phylogénétique. Parmi ces 4 entités se trouve l'espèce responsable des

marées vertes de Poé qui pourrait être une nouvelle espèce propre à la Nouvelle-Calédonie.

L'espèce proliférant dans le lagon de Poé, depuis 2018 est désormais présente sur plusieurs stations d'échantillonnage et tout au long de l'année. Elle forme des masses compactes dérivant au gré des courants, se fixant aux récifs coralliens ou aux herbiers, et impactant fortement les communautés naturelles. Des données anciennes font état de plusieurs marées vertes, de moindre amplitude, survenues en 1996 et dans les années 2000 dans la zone urbaine de Nouméa. Ces proliférations impliquaient une espèce en lame *Ulva ohnoi*, originaire du Japon et signalée dans d'autres marées vertes à travers le monde. Les proliférations actuelles causées par des formes tubulaires (ex *Enteromorpha*) corroborent les observations faites en Israël où l'espèce tubulaire *Ulva compressa* domine dans les blooms récents, alors qu'en 2002 c'était l'espèce en lame *Ulva fasciata* qui était à l'origine des proliférations. Ce changement d'espèce peut être corrélé à l'augmentation de la température des eaux de surface au cours des dernières décennies, ainsi qu'à une augmentation des espèces invasives via les transports maritimes.

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

L'approche moléculaire et morphologique a permis une identification spécifique robuste afin de compléter la diversité des Ulves.

La diversité des Ulves du Pacifique Sud, moins étudiée que celle des zones tempérées, a été documentée et précisée, aboutissant à l'identification de nouvelles espèces.

Le suivi de la zone devrait permettre de préciser les facteurs influençant la prolifération de cette espèce tubulaire à l'origine des marées vertes de Poé, afin de mettre en place des mesures pour réguler leur développement.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

BIODIVERSITÉ DU SOL ET FOURNITURE DE SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES EN SYSTÈMES POLY-CULTURE ÉLEVAGE TROPICAL

Réalisé par :

Djamila BAGEA

Mention de master : Master en Biodiversité, écologie, évolution (BEE)

Parcours de master : Gestion de la biodiversité tropicale (GBT)

Université des Antilles

Sous l'encadrement de :

Mme Gladys LORANGER-MERCIRIS

Université des Antilles

Équipe Biologie de la mangrove - UMR 7205

et

M. Jean-Louis DIMAN

INRA Antilles Guyane

UE PEYI

et

Mme Audrey FANCHONE

INRA Antilles Guyane

URZ

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Depuis l'après-Guerre, l'intensification agricole a causé d'importants dégâts sur différents compartiments environnementaux (eau, air, sols) ainsi que sur la diversité biologique, à la base de la fourniture de services écosystémiques. L'agroécologie a été proposée comme alternative. Elle se définit comme une agriculture basée sur la valorisation des équilibres écologiques qui favorise la biodiversité. Les systèmes polyculture-élevage qui représentent la majorité des exploitations en zone tropicale constituent des systèmes potentiellement agroécologiques. L'intégration culture élevage est une pratique centrale dans ces systèmes. Elle permet la valorisation de déjections issues des élevages comme fertilisant pour les cultures. Nous faisons l'hypothèse que cet apport de matière organique devrait améliorer la biodiversité édaphique.

L'objectif ce stade était de déterminer l'impact de l'intégration culture-élevage sur la biodiversité du sol et les services écosystémiques associés.

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

Un système polyculture élevage a été co-construit avec un panel de 5 agriculteurs. Ce système a pour objectif de produire pour accroître l'autonomie alimentaire de la Guadeloupe en utilisant des pratiques agroécologiques. Le parcellaire est constitué de 8 parcelles en rotation dont une venant d'être labourée sert de témoin négatif. Les autres parcelles sont en production (banane plantain, madère, canne à sucre, manioc, prairie avec ou sans moutons, poules en plein air). Ce dispositif est complété par une parcelle de forêt humide (Témoin).

Pour chaque parcelle, nous avons procédé à une identification de la macrofaune et de la mésofaune. Ces analyses ont été couplées à des analyses biologiques (bait-lamina, sac de coton, minéralisation du carbone), chimique (carbone actif) et morphologique (structuration des sols). L'indice de Shannon et l'indice biologique de la qualité du sol ont été également calculés pour chaque parcelle.

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

L'étude a pu montrer des différences significatives entre l'environnement naturel (forêt), les parcelles cultivées de manière agro-écologique, et la parcelle avec des pratiques de retournement du sol conventionnelles (labour), ce pour la macrofaune, la mésofaune, le carbone actif et la structuration des sols. Les résultats montrent que les systèmes mixtes culture-élevage peuvent atteindre des performances similaires voire supérieures à l'environnement naturel et que l'intégration est bénéfique au développement de la communauté édaphique. Ainsi, la parcelle de banane plantain et de pâturage des poulets (parcours), bénéficiant d'un apport en matière organique régulier affichent les meilleurs indices biologiques de qualité du sol.

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

Ces résultats préliminaires offrent des pistes de réflexion intéressantes qui ont été discutées avec les agriculteurs partenaires du projet et présentées lors de journées techniques. Néanmoins, compte tenu du pas de temps long de l'évolution des paramètres biologiques et physico-chimiques du sol, un suivi du système devra être engagé sur le long terme avant d'envisager une publication scientifique. Ce stage a permis d'identifier les paramètres clés à suivre sur le long terme.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**BIODIVERSITÉ DES *OSTREOBIUM* MICROPERFORANTS
DES SQUELETTES DE CORAUX *POCILLOPORA* SP.
DE TARA PACIFIC**

Réalisé par :

Maeva GOULAIS

Mention de master : Sciences de l'univers, environnement, écologie

Parcours de master : Sciences de la mer

Établissement d'inscription : Sorbonne Universités

Sous l'encadrement de :

Isabelle DOMART-COULON

Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)

Unité « Molécules de communication et adaptation des
microorganismes » – UMR 7245 CNRS / MNHN

Équipe « Biochimie des interactions microbiennes »

et

Anaïs MASSE

Unité « Molécules de communication et adaptation des
microorganismes » – UMR 7245 CNRS / MNHN

Équipe « Biochimie des interactions microbiennes »

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

L'algue verte *Ostreobium* est l'un des agents majeurs de la dissolution des carbonates dans les récifs coralliens (Tribollet 2009), pouvant coloniser le squelette des coraux dès leur recrutement au stade juvénile (Massé *et al* 2018). La nature de son interaction avec l'hôte corallien est mal connue, allant du parasitisme à un rôle bénéfique potentiel, via transferts de photoassimilats algaux qui pourraient compenser partiellement la perte de nutriments pendant les épisodes de blanchissement (Odum & Odum 1955; Fine & Loya 2002; Sangsawang *et al* 2017). Or, la biodiversité de cette Ulvophycée Bryopsidale dans les coraux branchus à croissance rapide et susceptibles au blanchissement reste sous-explorée par rapport aux coraux massifs (Marcelino & Verbruggen 2016, 2018). L'objectif de ce stage M2 était d'analyser la prévalence, la biodiversité et la distribution des clades d'*Ostreobium* dans les coraux *Pocillopora* échantillonnés par Tara Pacific dans le Pacifique Centre Ouest.

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

Des extraits d'ADN ont été réalisés à partir des squelettes de coraux *Pocillopora* échantillonnés par le consortium Tara Pacific aux îles Gambier (19 échantillons), Samoa (15 échantillons) et Guam (15 échantillons), répartis en 3 sites/île (5-7 échantillons/site). Deux marqueurs taxonomiques plastidiques d'*Ostreobium*, correspondant à des fragments des gènes *rbcL* et *tufA*, ont été amplifiés puis séquencés, en comparant la méthode Sanger après clonage ou Illumina MiSeq. Les taux de prévalence des *Ostreobium* ont été comparés entre sites et île, en combinant les données de séquençage Sanger et de metabarcoding Illumina. La diversité taxonomique a été analysée à l'échelle de la branche corallienne, du site et des îles. En parallèle, les filaments d'*Ostreobium* ont été visualisés en lames minces d'une sélection de squelettes, selon un gradient de prévalence. Ces distributions seront corrélées aux données environnementales lorsqu'elles seront disponibles dans le consortium Tara Pacific.

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

L'algue microperforante *Ostreobium* a été détectée dans les branches de colonies du corail *Pocillopora* avec une prévalence cependant plus faible aux Samoa (33%) qu'à Gambier et à Guam (plus de 60%). Les résultats de séquençage d'amplicons du marqueur *tufA* et du marqueur *rbcL* mettent en évidence des clades (OTUs >98% similarité) d'*Ostreobium* appartenant à deux familles déjà référencées parmi le sous-ordre des *Ostreobidinae*, et des séquences génétiques plus divergentes qui pourraient correspondre à de nouveaux groupes. La diversité génétique d'*Ostreobium* est faible à l'échelle de la branche de la colonie (1 à 3 OTUs), mais différenciée à l'échelle des sites et des îles, avec une répartition et une abondance hétérogène des clades d'*Ostreobium* en fonction de la géographie. Les travaux d'analyse bioinformatique des données générées

pendant ce stage M2 se poursuivent avec acquisition de données d'échantillons supplémentaires pour chaque site. Elles seront croisées avec les métadonnées environnementales accessibles dans le consortium TARA, afin de déterminer les forçages environnementaux impactant dans le Pacifique la biodiversité de ces communautés algales cryptiques, bioérodantes des colonies coralliennes.

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

Cette étude de la diversité des *Ostreobidinae* permettra de révéler des co-occurrences potentielles par rapport aux *Symbiodinaceae*, en lien avec les paramètres de l'environnement, les pressions anthropiques, et l'état de santé des récifs dans le Pacifique. Une base de données des séquences *tufA* et *rbcL* générées pendant ce travail sera construite et publiée, pour compléter les outils moléculaires d'étude de la biodiversité des *Ostreobium*.

Les résultats de ce stage M2 ont déjà fait l'objet d'une présentation orale dans le cadre national du GDR Génomique Environnementale (CNRS INEE). [Massé A, Goulais M, Tribollet A, Domart-Coulon I. 2019. Microboring *Ostreobium* diversity in *Pocillopora* sp. coral skeletons from the Pacific Ocean. 5è Colloque de Génomique Environnementale. La Rochelle, 8-10 octobre 2019.] Il est prévu de les présenter dans le cadre international de « *European Coral Reef Society* » Meeting à Bremen (Allemagne) en mars 2020. Leur analyse aboutira à une valorisation dans une publication scientifique.

Une diffusion grand public des objectifs et résultats de cette étude a également été initiée lors d'ateliers Fête de la Science en octobre 2019 à l'Aquarium tropical de la Porte Dorée.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

ÉTUDE DU COMPORTEMENT DE FRANCHISSEMENT DES PASSAGES À FAUNE PAR LES AMPHIBIENS EN VUE D'AMÉLIORER LEUR FRÉQUENTATION

Réalisé par :

Clément FAUCONNIER

Mention du master : Master Biodiversité, écologie et évolution

Parcours du master : Écologie évolutive et comportementale

Établissement d'inscription : UFR Sciences et Techniques – Université de Tours

Sous l'encadrement de :

Claude MIAUD

UMR 5175 – Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive

Département Biodiversité et conservation

Équipe Biogéographie et écologie des vertébrés

et

Guillaume TESTUD

UMR 5175 – Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive

Département Biodiversité et conservation

Équipe Biogéographie et écologie des vertébrés

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Les Infrastructures linéaires de transport (ILTs) participent au déclin des populations naturelles en détruisant, réduisant et fragmentant les habitats. Ces altérations des habitats sont la cause principale du déclin des amphibiens (IUCN, 2016). Avec leurs déplacements entre différents habitats terrestres et aquatiques, les amphibiens peuvent être confrontés à des routes ou des voies ferrées, entraînant une mortalité directe et/ou un isolement des populations. De nombreuses infrastructures ont été mises en place afin de réduire ces effets potentiellement négatifs des voies de transport sur la faune (batrachoducs, écoponts et écoducs). Cependant, l'efficacité de ces dispositifs est encore très peu évaluée. Pour tenter d'y répondre, l'équipe de recherche de l'EPHE basée au CEFÉ et la société EGIS Structure et Environnement, se concentrent sur l'étude de la perméabilité de la LGV Bretagne Pays de Loire en étudiant le comportement de franchissement des passages à faune par les amphibiens.

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

Afin de déterminer la perméabilité de la ligne ferroviaire, des expériences de l'homing (déplacement et relâchés d'individus pour étudier leur trajet de retour) de 5 espèces d'amphibiens dans 3 passages à faune de la LGV ont été réalisées. Deux sites ont été retenus : Chantenay-Villedieu, avec 2 passages à petite faune et Beaulieu-sur-Oudon (1 passage à petite faune). Ces tunnels ont des longueurs de 21 à 40 m. Pour les expériences, 4 antennes *Radio Frequency Identification* (RFID) sont positionnées sur le sol dans les tunnels à égale distance, détectant le passage des individus marqués individuellement avec des puces RFID. De plus, un enrichissement sonore (chants de Grenouilles vertes et Rainettes vertes) a été testé dans un tunnel pour évaluer son influence sur le franchissement des espèces testées (G. vertes et Tritons). Les individus sont lâchés à l'entrée du tunnel toutes les minutes à la tombée de la nuit. Les individus peuvent réaliser des traversées complètes, faire demi-tour ou s'arrêter dans le tunnel. Les caractéristiques de ces trajectoires sont obtenues grâce au temps de passage sur les différentes antennes.

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

Les différentes espèces d'amphibiens utilisent les tunnels lors des expériences de *homing*, avec des taux de succès (traversées complètes) qui varient entre espèces et selon les caractéristiques des tunnels (longueur).

L'expérience d'enrichissement sonore (sujet principal de ce Master) ne montre pas d'effet sur la vitesse de traversée ou sur le taux de réussite pour la Salamandre tachetée et une tendance ($p=0.07$) pour le Triton marbré. Ce résultat – attirance des tritons pour un chant d'anoures – était déjà connu. Il méritera d'être confirmé par des nouvelles expérimentations dans le contexte des passages à faune.

En revanche, l'enrichissement sonore améliore significativement le taux de réussite

des Grenouilles vertes et augmentent leur vitesse moyenne de traversée du tunnel (vitesse moyenne « avec chant » = 74 cm/min et vitesse moyenne « sans chant » = 42.57 cm/min, $p = 0.0067$).

Certains biais peuvent entrer en jeu dans ce type d'expérimentation, et influencer les taux de succès et les vitesses de déplacement. Lâcher les individus directement à l'entrée du tunnel peut induire un stress chez l'individu. Bien que les individus soient testés individuellement, ces derniers peuvent être potentiellement affectés par la présence des autres individus.

Les expérimentations d'enrichissement sonore montrent l'efficacité de cette méthode pour améliorer le taux de traversée des Grenouilles vertes et potentiellement du Triton marbré. On peut donc préconiser l'utilisation de cet enrichissement pour favoriser l'usage d'un tunnel lors de sa mise en fonctionnement, et/ou la création/entretien de mares proches du tunnel avec des anoures chanteurs (e.g. Grenouilles vertes, Rainettes vertes). Il serait intéressant de réaliser les expériences avec le chant d'autres espèces d'anoures comme par exemple le Crapaud calamite dont le chant est attractif pour les urodèles (Diego-Rasilla & Luengo, 2004).

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

L'utilisation des antennes RFID permet d'évaluer le comportement de passage des amphibiens dans un contexte de passage à petite faune où les autres méthodes (photos, télémétrie) ne sont pas efficaces, et fait l'objet d'un article scientifique. Un article comportant les résultats des expériences de *homing* (dont l'enrichissement sonore) est en cours de rédaction. L'utilisation de ce dispositif dans d'autres tunnels permettra de récolter de nombreuses données pour identifier les facteurs qui améliorent leur efficacité et globalement la « perméabilité » des infrastructures ferroviaire et routières. La construction des futurs passages à faune pourra être réalisée de manière à ce que la plupart des amphibiens empruntent les passages de manière plus efficace. De plus, le dispositif pourra être utilisé sur d'autres organismes que les amphibiens (invertébrés, reptiles, petites mammifères) qui subissent également les effets de la présence d'une ILT dans leur environnement.

Article : Testud G., A. Vergnes, P. Cordier, D. Labarraque and C. Miaud 2019 - Automatic detection of small PIT-tagged animals using wildlife crossings. *Animal Biotelemetry*, *in press*.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**RÔLE DES ÉLÉMENTS BOISÉS ET HAIES SUR LA
CONNECTIVITÉ FONCTIONNELLE ET LA STRUCTURE
GÉNÉTIQUE DE POPULATIONS DE PLANTES HERBACÉES
EN PAYSAGES FRAGMENTÉS
MESURE DE FLUX DE GÈNES ENTRE POPULATIONS DES PLANTES
VASCULAIRES *GEUM URBANUM* ET *PRIMULA ELATIOR***

Réalisé par :

Nicolas DUHAMEL

Mention de master : Master 2 Biodiversité, écologie et évolution

Parcours de master : Gestion et évolution de la biodiversité

Établissement d'inscription : Université de Lille, Sciences et technologies

Sous l'encadrement de :

Annie GUILLER

CNRS - Centre national de la recherche scientifique

Université de Picardie Jules Verne

EDYSAN - Écologie et dynamique des systèmes anthropisés, UMR7058

et

Pedro POLI

CNRS - Centre national de la recherche scientifique

Université de Picardie Jules Verne

EDYSAN - Écologie et dynamique des systèmes anthropisés, UMR7058

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

La fragmentation du paysage altère la connectivité écologique des espèces végétales. Une meilleure compréhension de l'interaction entre la connectivité structurelle et la connectivité fonctionnelle permettra une meilleure planification de la conservation des infrastructures. L'objectif de ce stage est d'évaluer le rôle des éléments boisés et des haies sur la connectivité fonctionnelle et de la structure génétique de populations de plantes herbacées. L'étude s'est portée sur des populations de plantes vasculaires : *Geum urbanum*, *Primula elatior* et *Primula vulgaris*. Ces espèces ont été choisies car elles ne possèdent pas les mêmes capacités de dispersion, de reproduction, de réponse aux variables paysagères.

Est-ce que la connectivité structurelle traduit par la quantité de haies influence la connectivité fonctionnelle des espèces étudiées ? L'analyse de la structure génétique et de la connectivité se fera sur différents niveaux (interrégional, locale, fenêtrer paysagère).

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

Des populations de trois espèces végétales réparties sur 4 fenêtres paysagères différentes ont été étudiées. Ces espèces possèdent des caractéristiques différentes, notamment au niveau des capacités de dispersion. Les espèces étudiées sont : *G. urbanum*, ses fleurs sont polonisées par voie autogame et rarement par la voie des insectes. Les graines ont une forte capacité de dispersion (épizoochorie). *P. elatior* et *P. vulgaris* sont des espèces présentant un système d'auto-incompatibilité. Leurs graines ont une faible capacité de dispersion (dispersion par myrméchochorie). Les individus *P. elatior* ont été échantillonnés en Picardie, tandis que les individus *P. vulgaris* ont été échantillonnés dans la Zone Atelier Armorique.

Pour évaluer la structure génétique et estimer la connectivité fonctionnelle des espèces modèles, des tests d'assignation par génotype multilocus ont été opérés via une méthode d'inférence bayésienne ainsi que par des méthodes d'analyses multivariées.

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

Les analyses déterminant la structure génétique des populations de *G. urbanum* ont montré, au niveau interrégional, que les deux régions étaient génétiquement différentes, il n'y a pas d'histoire commune entre les échantillons issus de Picardie et Armorique. Les fenêtres Bocage et Openfield de la région Armoricaine présentent des groupes génétiquement différents, mais non structurés en fonction du paysage en fenêtre Bocage, et peu dans la fenêtre Openfield. En revanche en Picardie, une différenciation intra-fenêtre caractérise la fenêtre Bocage, séparent les individus issus de deux types d'éléments du paysage (haies et fragments forestiers), due à des allèles spécifiques présents dans l'une ou l'autre des fenêtres paysagères. Dans la fenêtre Openfield Picardie les groupes génétiques obtenus sont non réparties en fonction du paysage. L'analyse de

distance génétique par paire d'individus suggèrent aussi une plus forte différenciation génétique entre les individus des fenêtres Bocage. Les fenêtres paysagères étudiées sont peut-être insérées dans un paysage plus large, et tous les flux de gènes ne sont peut-être pas pris en compte. De plus, le réseau de haies peut avoir un effet barrière sur certains animaux dispersant les graines de *G. urbanum*. Le réseau de haies a peu d'impact sur la structure génétique des populations de *G. urbanum*. L'effet barrière des corridors reste à vérifier par des méthodes quantitatives d'analyse de perméabilité des paysages.

La structure génétique des populations de *P. elatior* et *P. vulgaris*, montre une absence de différenciation génétique inter-fenêtres (bocage vs openfield) en Armorique pouvant traduire une histoire commune de colonisation. La fenêtre Bocage se caractérise par des populations génétiquement différenciées mais non réparties sur une zone géographique précise, tandis que dans la fenêtre Openfield les populations génétiquement différenciées montrent une proximité géographique. Même résultat trouvé dans la Fenêtre Bocage de Picardie. L'analyse de distances génétiques par paire d'individus dans la Région Armorique suggère un effet des haies sur le flux génique. Les espèces *Primula* ont une dispersion plus spécialisée par myrmécochorie, facilitée le long de structures linéaires (haies, chemins, routes et cours d'eau). Les haies peuvent faciliter la dispersion des graines.

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

Ce sujet avait pour but de renforcer les connaissances de projets déjà existants, tel que les projets WOODNET et PEGASE. Woodnet est un projet ERAnet BiodivERsA 2017-2020 (le réseau européen de programmation et financement de la recherche sur la biodiversité, les services écosystémiques en Europe) qui vise à comprendre les relations structures-fonction des corridors boisés dans les paysages ruraux à différentes échelles spatiales et temporelles. L'un des objectifs principaux de ce projet est d'optimiser les données de télédétection et les modèles de connectivité pour la planification de la conservation des infrastructures vertes sur une gamme de résolutions spatiales, d'échelles temporelles, de modèles de paysage et de traits d'espèce. Le second projet, PEGASE (Percolation Et Graphes Aléatoires pour les Systèmes Ecologiques, projet ; Projets Thématiques et Structurants, Région Picardie, APR 2016), a pour objectif d'élaborer un modèle robuste et fiable du fonctionnement des continuités écologiques en se basant sur des travaux issus de la théorie des graphes et de la percolation et de l'écologie des communautés. L'essence même de ce projet est la construction d'un modèle spatial réaliste de la dynamique d'une méta-communauté structurée, tout en y intégrant l'hétérogénéité et la stochasticité environnementale, ainsi que l'ajout de la modélisation du paysage réel. Les projets WOODNET et PEGASE sont des projets fondamentaux à visées applicatives.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

ÉTUDE À GRANDE ÉCHELLE SPATIALE DE LA DYNAMIQUE ÉCO-ÉVOLUTIVE D'UNE RELATION HÔTE-PARASITE *LE CAS DU PARASITOÏDE PHOBOCAMPE CONFUSA ET DE SES ESPÈCES HÔTES (AGLAIS URTICAE & AGLAIS IO)*

Réalisé par :

Gaspard BAUDRIN
M2 Biodiversité écologie évolution
Écologie évolutive et fonctionnelle
Sorbonne Université

Sous l'encadrement de :

Lise DUPONT
Université Paris-Est Créteil
Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris,
département Diversité des communautés et fonctionnement des
écosystèmes
Équipe Biogéographie et diversité des interactions du sol (BioDiS)
et
Hélène AUDUSSEAU
Organisme de recherche tutelle :
Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris,
département Diversité des communautés et fonctionnement des
écosystèmes
Équipe Biogéographie et diversité des interactions du sol (BioDiS)
Centre d'écologie et d'hydrologie, Wallingford, UK, et le département de
Zoologie, Université de Stockholm, Suède.

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

La réponse des parasitoïdes aux changements environnementaux est un enjeu car le contrôle qu'ils exercent sur la dynamique de population de leurs hôtes est notable sur nombre de services écosystémiques.

Les parasitoïdes sont en bout de chaîne dans l'écosystème ce qui les rend particulièrement sensibles aux changements environnementaux. Au-delà de l'impact direct du climat et de l'habitat, les interactions biotiques que ces espèces entretiennent avec leurs hôtes sont structurantes puisqu'elles conditionnent leur dynamique de population. Or, ces interactions sont susceptibles d'être modifiées en réponse aux changements environnementaux, modifiant ainsi l'équilibre des écosystèmes. Pour envisager la conséquence de tels changements il faut donc d'abord chercher à comprendre ces interactions, leur intensité, et leur dynamique. Ce stage s'est spécifiquement intéressé à l'aspect écologique et évolutif de la relation entre un parasitoïde, *Phobocampe confusa*, et deux de ses espèces hôtes.

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

Deux campagnes d'échantillonnage de larves d'*A. urticae* et *A. io* (2017 et 2018), sur 19 sites, tous les 15 jours, le long d'un gradient de 500km en Suède (Sud-Nord) constituent le socle de ce travail. Dans un premier temps, nous avons étudié la concordance spatio-temporelle de *P. confusa* avec celle de ses hôtes en étudiant la synchronie phénologie entre ces espèces et les corrélations entre la structure génétique des populations de *P. confusa* et celle d'un de ces hôtes, *A. urticae*, à l'échelle de notre échantillonnage. L'analyse génétique de 48 parasitoïdes femelles issues de 15 sites et 124 papillons issus de 8 sites a été réalisée à l'aide du marqueur mitochondrial COI et de marqueurs nucléaires de type AFLP développés au laboratoire. Dans un deuxième temps, nous avons cherché à comprendre la répartition du parasitisme en étudiant sa préférence d'hôte et en explorant le lien qui existe entre la structure de la matrice paysagère et l'abondance de *P. confusa* dans notre échantillonnage.

Principaux résultats

L'avancement des phénologies d'*A. urticae* et *A. io* en 2018 par rapport à 2017 est corrélé à une modification du profil de température (+3°C en moyenne). Cet avancement est aussi observé chez *P. confusa* et suggère une relative stabilité des interactions biotiques entre ces espèces.

Les populations du parasitoïde et celles d'*A. urticae* ne présentent pas de structures génétiques congruentes. Une telle correspondance était cependant attendue en raison de l'interaction forte que *P. confusa* entretient avec ses hôtes et de sa capacité de dispersion probablement plus faible, en raison de sa petite taille, comparativement à celle de ses hôtes. Au total, les 82 et 253 marqueurs polymorphes obtenus pour *P. confusa* et *A. urticae*, respectivement, ont permis d'identifier 2 populations chez *P. confusa*, dont la

différenciation S-N est à la limite de la significativité ($F_{ST}=0.07$, $p=0.056$) et 7 populations chez *A. urticae* (%variation entre populations=5.3, $F_{ST}=0.04$, $p<0.01$). Cette analyse ne révèle pas de distinction S-N chez *A. urticae* même si l'isolement par la distance s'avère significatif entre les populations du sud ($p_{MANTEL}=0.049$). Le mode de reproduction haplo-diploïde de *P. confusa* explique en partie le faible polymorphisme trouvé chez cette espèce et cette absence de congruence. De même, la structure spatiale de *P. confusa* mériterait d'être comparée à celle de l'ensemble de ses hôtes puisque les interactions entre les métapopulations de *P. confusa* et *A. urticae* ne permettent pas d'expliquer, seules, la génétique des populations du parasitoïde.

L'analyse des données d'habitat montre que *P. confusa* est plus abondante dans les habitats anthropisés et les terres agricoles (rayon de 1km) et que l'hétérogénéité du paysage à plus fine échelle, estimé par la longueur des bordures entre types d'habitats (rayon de 40m autour des observations), diminue la probabilité des espèces hôtes d'être parasitées. Enfin, nos résultats ne montrent pas de préférence d'hôte.

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

Ce travail a été présenté à l'oral par Gaspard Baudrin à la 39^e rencontre du groupe de biologie et génétique des populations (conférence du Petit pois déridé 2019) qui a eu lieu du 4 au 6 Juin 2019 à Gif-sur-Yvette. Ce travail sera également valorisé sous la forme d'une publication scientifique qui est en cours de rédaction.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

RÉPONSES CONTRASTÉES DE LA STRUCTURE FONCTIONNELLE DES COMMUNAUTÉS DE CARABIQUE (*COLEOPTERA : CARABIDAE*) AUX CARACTÉRISTIQUES LOCALES ET PAYSAGÈRES DES FRAGMENTS FORESTIERS

Réalisé par :

Adèle LE NAVIEL

Mention de master : Biodiversité, écologie, évolution

Parcours de master : Écologie fonctionnelle, comportementale et évolutive

Établissement d'inscription : Université de Rennes 1

Sous l'encadrement de :

Ronan MARREC

Université de Picardie Jules Verne

UMR CNRS 7058 EDYSAN (Écologie et dynamique des systèmes anthropisés)

et

Vincent LE ROUX

Université de Picardie Jules Verne

UMR CNRS 7058 EDYSAN (Écologie et dynamique des systèmes anthropisés)

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Les fragments forestiers, de taille et d'âge variés, sont liés au sein des agroécosystèmes, par des flux de gènes et d'espèces. Parmi ces espèces, les carabiques sont connus pour constituer une guilda majeure, fonctionnellement diversifiée, de prédateurs et granivores rendant d'importants services écosystémiques dans les agroécosystèmes. Il a déjà été montré que la diversité fonctionnelle des communautés de carabiques était réduite dans les régions majoritairement agricoles, en comparaison avec celles dominées par des habitats pérennes. L'intensification de l'usage des sols tendrait à sélectionner des espèces aux traits similaires, diminuant notamment la largeur de la niche trophique des communautés, et donc potentiellement la qualité du service de contrôle biologique rendu par les espèces.

Grâce à une approche basée sur les traits morphologiques fonctionnels, l'objectif de ce stage était d'évaluer l'influence du degré de fragmentation paysagère des éléments forestiers dans les agroécosystèmes et de leurs structures et qualités internes sur la diversité fonctionnelle des communautés de carabiques.

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

Les approches fonctionnelles permettent d'évaluer le rôle des facteurs environnementaux pour filtrer et faire converger les traits ou au contraire permettre leur diversification au sein des communautés. Les traits morphologiques d'intérêt ont été mesurés sur 24 individus des espèces dominantes (>85% de l'abondance totale) capturées en 2013 dans 32 fragments forestier de l'Aisne, répartis dans des contextes paysagers contrastés. Les traits étaient liés à la taille du corps, à la capacité de mouvement et à l'acquisition de la ressource, tous étant liés à la prédation et au contrôle des ravageurs. Les traits pondérés moyens (CWM) et leur variance (CWV) ont été calculés et utilisés comme métriques pour caractériser la structure fonctionnelle des assemblages locaux. Dans un second temps, l'effet du réseau d'éléments forestiers et de haies, ainsi que de la qualité des fragments échantillonnés, sur la structure fonctionnelle des assemblages d'espèces a été évalué grâce à des modèles linéaires généralisés.

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

Une Analyse en composante principale (ACP) a été réalisée sur la table de traits-individus. La moyenne (CWM) et variance (CWV) des traits, pondérées par la communauté, ont été calculées à partir des coordonnées du premier et du second axe de l'ACP. Les assemblages d'espèces étaient ainsi différenciés le long de deux dimensions ; tout d'abord, le premier axe d'ACP opposait les espèces selon leurs capacités de mouvement et leur mode d'acquisition de la ressource alimentaire. Le second axe différenciait les espèces selon la taille des proies qu'elles seraient capable d'ingérer.

Les modèles linéaires mixtes réalisés pour tester l'effet des caractéristiques locales puis paysagères sur le CWM et le CWV de chaque axe d'ACP ont mis en évidence que les caractéristiques des fragments (telles que la diversité bêta des espèces herbacées spécialistes des forêts, l'âge des fragments) et la session d'échantillonnage affectent fortement la moyenne et la variance des caractères liés à la dispersion, aux capacités de déplacement et au régime alimentaire. Dans les communautés de carabes, contrairement aux petits carabes prédateurs ayant de grandes capacités de déplacement et/ou de dispersion, les grandes espèces ayant un régime alimentaire généraliste et de faibles capacités de déplacement sont favorisées dans les fragments récents, en été ou par l'hétérogénéité des plantes forestières. En ce qui concerne les caractéristiques du paysage, le seul effet se manifeste sur la variabilité de la taille des proies dont les carabes peuvent se nourrir. Les fragments de forêt entourés par une forte proportion de haies et de prairie augmentent la gamme de taille de proies potentielles pour la communauté de carabes.

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

Nos résultats permettent de mettre en évidence un certain nombre de facteurs environnementaux qui influencent la structure fonctionnelle des communautés de carabiques, et l'impact que cela pourrait avoir sur le potentiel de contrôle biologique par ces espèces. Ces facteurs, locaux et paysagers, pourront être envisagés comme des leviers d'aménagement des agroécosystèmes et des écosystèmes forestiers. Néanmoins, ils n'agissent pas seuls, et les facteurs climatiques, non pris en compte ici, pourraient être tout aussi importants. Afin de le tester, nous prévoyons de poursuivre cette étude dans six autres régions européennes, réparties le long du gradient latitudinal du biome tempéré (sud de la France au centre de la Suède). Grâce à l'ensemble de ces données, il nous sera permis d'évaluer l'impact de l'environnement à différentes échelles sur la structure fonctionnelle des communautés de carabiques, mais également d'évaluer l'impact du climat sur la variation intraspécifique des traits morphologiques.

Un projet secondaire, visant à porter un focus particulier sur les traits liés au régime alimentaire et au niveau trophique des espèces, est également en cours. Il combine deux approches complémentaires : la mesure de traits morphologiques et la mesure des ratios isotopiques $\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{13}\text{C}$. Cette approche chimique permettra d'évaluer le niveau trophique et la niche trophique des espèces les unes par rapport aux autres. Innovante, cette approche est encore aujourd'hui sous-exploitée pour évaluer le rôle écologique des carabiques dans les réseaux trophiques.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**CARACTÉRISATION DE L'INFLUENCE DES PARAMÈTRES LUMINEUX DES LEDS SUR LES MOUVEMENTS DES CHIROPTÈRES LE LONG DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES
EFFETS DE DIFFÉRENTS SPECTRES LUMINEUX SUR L'ACTIVITÉ ET LE DÉPLACEMENT LE LONG D'UNE LISIÈRE FORESTIÈRE**

Réalisé par :

Iuna THOMAS

Mention du master : Master 2 de Modélisation en écologie

Parcours du master : Ingénieur de l'Institut supérieur des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

Établissement d'inscription : Agrocampus Ouest, Université Rennes 1

Sous l'encadrement de :

Kévin BARRE

Muséum national d'Histoire naturelle (MNH)

Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO), UMR 7204

Équipe Écologie des communautés, macroécologie et conservation (CoMaC)

et

Isabelle LE VIOL

Muséum national d'Histoire naturelle (MNH)

Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO), UMR 7204

Équipe Écologie des communautés, macroécologie et conservation (CoMaC)

et

Christian KERBIRIOU

Muséum national d'Histoire naturelle (MNH)

Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO), UMR 7204

Équipe Conservation et restauration des populations (CORPO)

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

La pollution lumineuse a augmenté de façon spectaculaire ces dernières décennies et ses effets ont été documentés pour de nombreuses espèces. Les chiroptères sont particulièrement touchés et leur réponse à la lumière varie selon les paramètres de l'éclairage. Leur étude est d'autant plus intéressante qu'il s'agit d'espèces indicatrices d'impacts généralisés à la chaîne alimentaire. La majorité des études s'intéressent à la dimension d'abondance des espèces en fonction de l'éclairage, mais certaines conséquences sur l'état de santé des populations ne peuvent être démontrées qu'en étudiant des dimensions plus fonctionnelles, et notamment la capacité des individus à se déplacer dans le paysage, chose indispensable au brassage génétique pour de telles espèces mobiles. Nous avons étudié le potentiel effet barrière qu'exerce la lumière sur les chiroptères le long de continuités arborées essentielles pour le déplacement des chiroptères, en comparant différentes couleurs de lumière.

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

Nous avons mené des expériences sur cinq sites expérimentaux aux Pays-Bas dans le cadre du projet « *Licht op Natuur* » afin de comprendre la réponse des chiroptères à 4 spectres lumineux (blanc, vert, rouge et témoin) différents le long de lisières forestières. Nous avons mesuré l'activité de différentes espèces de chiroptères à l'aide de 2 enregistreurs autonomes fonctionnant chacun en stéréo à 20 m de part et d'autre (donc distants de 40 m) de 4 lampadaires de chaque spectre simultanément chaque nuit, en échantillonnant 8 nuits complètes consécutives en juillet 2018 (120 points d'enregistrement au total). Nous avons ensuite apparié les résultats des 2 enregistrements stéréo par lampadaire pour reconstruire les trajectoires de vol en 1 dimension et ainsi être capable de calculer le nombre de traversées effectives du cône lumineux et la probabilité qu'un individu franchisse la zone éclairée. Cette reconstruction se base sur une vitesse de vol attendue que nous avons fait fortement varier entre les valeurs minimales et maximales afin de voir si les effets observés restent valables quelque-soit le comportement de vol.

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

Cette expérimentation permet pour la première fois de démontrer un effet barrière certain de la lumière sur les chiroptères, et en particulier sur une espèce communément décrite pour profiter de la lumière à une échelle locale. Les résultats montrent que la probabilité de franchissement du halo lumineux est significativement plus faible en présence de lumière de couleur verte, voire blanche avec des résultats moins nets, qu'en présence de lumière rouge ou absence d'éclairage. Aussi, ces différences semblent s'observer sur un large gradient comportemental allant de vitesse de vol faible, donc d'individus en activité de chasse, à des vitesses de vol élevées, donc d'individus se déplaçant sur de plus grandes distances sans se nourrir. La constance de l'impact quelque-

soit le comportement de vol est une preuve que la lumière limite le déplacement des chiroptères en jouant un rôle de barrière sur des continuités écologiques. En effet, si l'impact ne se produisait par exemple que pour des vitesses de vol faibles, nous ne serions pas capables de savoir si cela est le reflet d'une réelle barrière au déplacement où s'il s'agit simplement d'individus profitant des proies attirées par la lumière et se nourrissant aux abords du lampadaire sans traverser le halo. La probabilité qu'un individu traverse la zone éclairée est donc potentiellement très liée au comportement puisqu'il va de soi que les individus en pleine recherche de nourriture à proximité d'une source aussi importante de proie n'ont que peu d'intérêts à se déplacer sur de grandes distances et à traverser les zones éclairées. En revanche les individus volants beaucoup vite (8 à 11 m/s) eux ne peuvent se nourrir et sont donc explicitement en plein déplacement le long de ces continuités écologiques, et une baisse de la probabilité de franchissement de la zone éclairée reflète un évitement de ces zones, pour lequel nous n'avons pas encore d'hypothèses s'il s'agit de contournements ou de demi-tours.

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

Ces résultats apportent de nouveaux éléments à la compréhension des impacts de l'éclairage sur les populations de chiroptères. Quelque-soit la réaction des individus, contournement ou demi-tours, ces perturbations impliquent une diminution des échanges entre populations avec des conséquences génétiques probables, et impliquent probablement des coûts énergétiques supplémentaires pouvant se répercuter sur l'état de santé des populations à plus large échelle. Cette étude portant sur la façon dont la fonctionnalité des continuités écologiques est impactée par la lumière apporte donc des informations complémentaires aux études uniquement focalisées sur l'abondance en chiroptères qui n'informe pas spécifiquement sur les conséquences possibles sur les populations. Les résultats permettent également de confirmer que les spectres comportant le moins de lumière bleue et d'ultraviolets sont les moins perturbants, tels que le rouge. Etant donné que l'usage des paysages par les chiroptères est une thématique largement étudiée, nous savons aujourd'hui que les continuités de types lisières forestières, haies, cours d'eau, sont essentielles au bon fonctionnement des populations à des échelles départementales, régionales et nationales, et qu'il est donc indispensable d'inclure de tels résultats dans les documents de planification territoriale afin de préserver la fonctionnalité des corridors écologiques en les laissant au maximum à l'obscurité.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**COMPRENDRE LA GESTION DU SOCIO-ÉCOSYSTÈME
« LAISSES DE MER » DU LITTORAL BRETON POUR UNE
GESTION INTÉGRÉE CONSERVATOIRE DES
FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES ASSOCIÉES**

Réalisé par :

Axel ROBIN

Mention du master : Master 2 Environnement dynamiques dest et des sociétés

Parcours du master : Anthropologie de l'environnement

Etablissement d'inscription : Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)

Sous l'encadrement de :

Alix LEVAIN

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

UMR 6308 – Aménagement des usages, ressources et des espaces marins et littoraux

et

Joanne CLAVEL

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

UMR 7533 – Laboratoire Dynamiques sociales et recomposition des espaces

et

Isabelle LE VIOL

Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)

UMR 7204 Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO)

Station de biologie marine de Concarneau

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Le stage Comprendre la gestion du socio-écosystème « laisses de mer » du littoral breton s'inscrit dans le projet de recherche Plages vivantes, et s'est déroulé à la Station Marine de Concarneau. Plages vivantes est un observatoire participatif de la biodiversité des hauts de plages, dont l'objectif est de mieux comprendre et prédire les effets des changements globaux et locaux sur les écosystèmes, tout en favorisant l'appropriation des enjeux de conservation.

Le stage s'est inscrit dans la première phase du programme. Il visait à réaliser un état des lieux des pratiques de gestion de la laisse de mer et à rendre compte de leur variabilité dans le temps et dans l'espace, en participant à la réalisation d'enquêtes auprès des gestionnaires, porteurs d'enjeux et usagers des plages. Il s'agissait, en particulier, d'identifier les facteurs déterminant l'intensité de cette gestion et de contribuer à l'animation de la transdisciplinarité au sein de Plages vivantes en mettant ces résultats en discussion.

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

La stratégie de recherche privilégiée dans le cadre de ce stage s'appuyait sur deux modalités principales d'enquête :

1. Une enquête qualitative approfondie sur 2 communes littorales bretonnes (Concarneau et Trégunc), qui a permis de décrypter le paysage complexe de la gestion des estrans, d'analyser la gouvernance locale et le degré de vivacité sociale de cette gestion, de mettre en évidence les déterminants techniques, politiques et axiologiques de l'évolution des pratiques de gestion, en lien avec les usages. Cette enquête a reposé sur la réalisation d'observations au sein de réunions publiques et sur les littoraux, d'une quinzaine d'entretiens, et d'une recension des délibérations et débats municipaux portant sur la gestion du littoral depuis 1945.
2. Une enquête par questionnaire destinée à l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion des laisses de mer sur le littoral Mer du Nord-Manche-Atlantique. Le stage a permis d'en finaliser la conception, de nouer un partenariat avec Rivages de France pour sa diffusion et la dissémination des résultats, de réaliser la phase de test sur le site-pilote, ainsi qu'une première campagne de passation (30 répondants), dont les résultats sont en phase d'analyse.

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

Ce que laisse la mer sur les plages est composé d'une hétérogénéité d'entités vivantes ou non, d'origine anthropique ou non, proche ou lointaine. Cet assemblage fait l'objet d'une décomposition biologique plus ou moins longue selon des facteurs écologiques reliés à chaque substance qui compose la laisse de mer. Celle-ci possède donc une temporalité biologique et écologique à la fois singulière et complexe.

La gestion des laisses de mer regroupe un ensemble de pratiques liées au nettoyage des plages. Elles peuvent aller de la recherche d'une limitation des interventions dans les processus naturels de décomposition et d'accumulation (absence de ramassage),

jusqu'au ramassage mécanique de l'entièreté de la laisse de mer, en passant par le ramassage sélectif de quelques éléments de celle-ci. La diversité des pratiques est par ailleurs associée à une forme de zonage implicite du littoral, en fonction de son accessibilité, des usages dominants (notamment, de la présence d'un tourisme balnéaire), mais également du statut de ces espaces et de la domanialité applicable.

Les conceptions dominantes de la laisse de mer sont associées à des formes de gestion spécifique, qui ont évolué jusqu'à son écologisation récente en tant qu'habitat, milieu vivant à conserver. La laisse de mer reste toutefois l'objet d'une gestion intensive, car associée à une image négative chez certains usagers de l'estran et à des expériences symboliques et sensorielles de rencontre avec le processus de décomposition qui restent problématiques.

Sur le terrain étudié, la gestion des lasses de mer se transforme depuis une dizaine d'années : de nouveaux acteurs prescripteurs interviennent dans la reconnaissance de la valeur de ces écosystèmes, des communautés locales d'experts apparaissent et interviennent dans le débat public, la question de la propreté des plages est envisagée de manière très hétérogène au sein des Conseils municipaux ou parmi les usagers des plages. L'agencement des spatialités et des temporalités sociales et écologiques pose question : en témoigne la densité des débats qui ont émaillé localement la saison touristique 2019, et dont le mémoire rend compte avec précision.

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

À l'occasion de ce stage ont pu être consolidés des partenariats déterminants pour le développement des connaissances sur le sujet très mal connu des pratiques de gestion de la laisse de mer. Les relations de l'équipe scientifique de Plages vivantes avec les acteurs locaux de la gestion (élu-e-s, technicien-ne-s des services des collectivités locales, salarié-e-s et bénévoles d'associations intervenant sur le littoral) s'en trouvent renforcées dans une phase décisive pour le programme. Une restitution sera organisée lors d'une journée d'étude dédiée en 2020.

Un partenariat spécifique avec l'association Rivages de France, qui regroupe les gestionnaires d'espaces naturels littoraux faisant l'objet d'une protection, a été mis en place : il permet d'envisager une diffusion large et pérenne au sein du réseau. Une présentation des résultats complets de cette enquête est prévue au 1er trimestre 2020 lors d'une assemblée générale de l'association, qui en relatera également les résultats synthétiques sur son site Internet.

Sur le plan scientifique, la combinaison de méthodes d'enquête qualitative mobilisées rend compte de façon originale et éclairante d'une symétrie interactionnelle entre humains et non humains qui s'exerce sur les littoraux. Cette approche peut s'appliquer utilement et d'une manière plus générale à d'autres objets de recherche et d'autres milieux que les littoraux.

La qualité des analyses réalisées permet d'envisager à court terme une première publication scientifique collective prenant notamment appui sur les résultats de ce stage, qui devrait intervenir au 1^{er} semestre 2020 dans une revue anglophone interdisciplinaire dédiée aux interfaces hommes-environnement. Dans un second temps, une fois que l'équipe scientifique aura collecté un nombre suffisant de réponses à l'enquête par questionnaire, une 2^e publication sera spécifiquement orientée vers la restitution de ses résultats, en vue de favoriser leur appropriation par les larges communautés de chercheurs, d'experts et gestionnaires intéressés par ces questions aujourd'hui très débattues.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

**RESTAURATION DES BERGES DE COURS D'EAU :
QUELLES PRATIQUES POUR LIMITER LES PLANTES
EXOTIQUES ENVAHISSANTES ?
ÉTUDE DES PARAMÈTRES BIOTIQUES ET ABIOTIQUES
PERMETTANT DE LIMITER L'ARRIVÉE ET L'INSTALLATION DE
L'ESPÈCE ENVAHISSANTE BUDDLEIA DAVIDII FRANCHET (SCROP.)
DANS UN MILIEU REMANIÉ**

Réalisé par :

Pauline DOUCE

Mention du master : Master Biodiversité, écologie et évolution

Parcours du master : Biologie et gestion des écosystèmes tropicaux

Etablissement d'inscription : AgroParisTech/Université de Montpellier

Sous l'encadrement de :

Fanny DOMMANGET

Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour
l'Environnement et l'Agriculture (Irstea), Grenoble

LESSEM – Laboratoire Écosystèmes et sociétés en montagne

Équipe BIOSSES – Biodiversités et socio-écosystèmes

et

Renaud JAUNATRE

Irstea Grenoble

LESSEM – Laboratoire Écosystèmes et sociétés en montagne

Équipe BIOSSES – Biodiversités et socio-écosystèmes

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

Les invasions biologiques sont une des menaces majeures sur la biodiversité à l'échelle mondiale. Elles ont lieu lorsqu'une espèce exotique envahissante (EEE) s'établit et domine le milieu au-delà de son aire de répartition naturelle, menant souvent à l'exclusion des espèces natives. Un des enjeux en matière de gestion des invasions biologiques est de prévenir leur établissement. Dans un contexte de restauration écologique, le défi est de créer des communautés résistantes aux invasions mais cela suppose de mieux comprendre les mécanismes d'assemblage des communautés qui favorisent ou non le recrutement et la domination des espèces. L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les effets compétitifs de la communauté d'accueil permettant de limiter l'arrivée et l'installation de *Buddleia davidii* Franchet (arbre à papillon, EEE) dans un milieu remanié. L'application directe des résultats est la prévention de son installation dans un contexte de re-végétalisation.

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

L'objectif est de tester la germination ou la croissance du *B. davidii* dans des conditions de substrat, de luminosité ou de compétition différentes grâce à trois dispositifs expérimentaux complémentaires. L'expérience in situ (chantier EDF aux Ponants, Livet-et-Gavet (38)) vise à tester l'effet de la compétition par des espèces locales (présence/absence d'un semis) croisé avec l'effet du substrat (granulométrie) sur l'établissement du *B. davidii*. Des expériences en conditions contrôlées et semi-contrôlées ont permis d'investiguer les mécanismes compétitifs pouvant limiter l'établissement du *B. davidii*. Nous avons ainsi testé l'effet de la compétition interspécifique (séquence temporelle x densité du semis local) et du substrat (granulométrie x quantité de nutriments) en jardin expérimental (conditions semi-contrôlées). De plus, nous nous sommes focalisés sur les effets de la compétition (séquence temporelle de semis local) et de la luminosité en germinateur (conditions contrôlées).

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

La compétition permet de limiter l'émergence et la croissance des plantules de *B. davidii* dès les premières étapes de germination, même sur un sol riche en nutriments et quelle que soit la densité de semis utilisée (15 et 30 g.m⁻²). En situation de compétition, le *B. davidii* a une biomasse et une hauteur plus faibles (résultats du jardin expérimental et du germinateur) voire ne survit pas (expérimentation *in situ*).

La priorité temporelle donnée aux graines d'espèces locales semble jouer un rôle prépondérant, via notamment une utilisation précoce des ressources avant le développement des plantules de *B. davidii*. Ces dernières sont d'autant plus affectées que le semis émerge et développe un couvert dense précocement avant leur propre

germination, ce que montre la convergence des résultats dans les trois expérimentations.

Sur un substrat pauvre (*in situ*), l'établissement de *B. davidii* est entièrement stoppé face à des espèces natives adaptées à ces milieux, suggérant une plus grande sensibilité à la compétition sur substrat pauvre.

Plus la granulométrie est fine, plus le *B. davidii* se développe. Sur granulométrie grossière, son taux de germination est nul et sa biomasse est la plus forte sur granulométrie fine. Ces résultats suggèrent que le *B. davidii* ne peut se développer que lorsqu'il y a suffisamment de particules fines pour qu'il puisse germer et croître.

L'intolérance à l'ombre a été prouvée en conditions contrôlées (taux de germination plus faible) et indique alors que la compétition pour la lumière est un mécanisme probable expliquant nos résultats.

Des espèces locales choisies pour leur capacité à produire un couvert végétal dense, filtrant une grande quantité de lumière peuvent donc permettre de limiter l'établissement du *B. davidii*.

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

Très peu d'études démontrent de manière rigoureuse la sensibilité à la compétition du *B. davidii* et de manière plus large le rôle de l'effet de priorité dans les processus compétitifs limitant la dominance des EEE. Ici nous avons utilisé trois approches complémentaires permettant de mettre en évidence l'effet de priorité (effet de la séquence temporelle d'émergence des espèces) sur l'établissement du *B. davidii*, enrichissant la littérature scientifique sur l'écologie et la gestion de cette espèce et illustrant l'importance de l'effet de priorité dans le processus d'invasion.

Une méthode de gestion préventive du *B. davidii* est envisageable en manipulant la séquence temporelle de l'exploitation des ressources par des espèces natives via l'effet de priorité. Semer précocement sur un sol nu serait alors une solution pour prévenir l'installation du *B. davidii*. Des herbacées à forte croissance seraient suffisantes pour provoquer une compétition pour les ressources, en milieu riche ou pauvre. La densité de 15 g.m⁻² testée dans nos expérimentations semble déjà satisfaisante. Cette méthode de prévention sera d'autant plus efficace que les premiers stades phénologiques des natives seront plus précoces que la germination du *B. davidii*. En revanche, elle sera inutile sur des individus déjà bien développés (nombreuses feuilles et assez hauts). En effet, sa courte période juvénile et son fort taux de croissance une fois l'individu suffisamment développé le rendent très compétitif.



Gratification de stages de master 2 « recherche »
sur des sujets relatifs à la biodiversité
Année universitaire 2018-2019 - Résumé de stage

ANALYSE DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE AJOUTÉE PAR LES RÉCIFS ARTIFICIELS

Réalisé par :

Thiviya NAIR

Mention de master : Master of Science in Marine Biology

Parcours de master : International Master in Marine Biological Resources (IMBRSea)

Établissement d'inscription : Ghent University

Sous l'encadrement de :

Katell GUIZIEN

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

et Sorbonne Université

Laboratoire d'écogéochimie des environnements benthiques – UMR8222

et

Mariana PADRON

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

et Sorbonne Université

Laboratoire d'écogéochimie des environnements benthiques – UMR8222

RÉSUMÉ DU STAGE

Contexte et objectif(s)

30 000 m³ de récifs artificiels (RA) ont été immergés par vagues successives de 1968 à 2009, dans le Golfe du Lion avec l'objectif de soutenir la ressource halieutique (Cépralmar, 2015). Cependant, un facteur absent de la réflexion sur l'implantation d'habitats artificiels en zone côtière concerne la connectivité écologique ajoutée par les récifs artificiels pour la biodiversité fixée des substrats durs naturels du Golfe du Lion, conséquences de l'existence d'un stade larvaire planctonique au cours du cycle de vie de la plupart des espèces marines (Thorson, 1946). Ce sujet de Master 2 s'inscrit dans le cadre du projet ICONNE (Agence de l'Eau, 2018-2020) et a pour objectif d'établir les flux géniques entre l'habitat naturel et les différentes concessions de récifs artificiels du Golfe du Lion pour une espèce de gorgones, *Eunicella singularis*.

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

Les flux géniques devaient être estimés par deux méthodes, l'une basée sur des marqueurs micro-satellites et l'autre sur des *Single Nucleotides Polymorphisms*. Le stage s'est finalement focalisé sur une étude de la sensibilité des patrons de flux géniques au sein de l'habitat rocheux naturel du Golfe du Lion estimés à l'aide de micro-satellites à différents facteurs. Le jeu complet de données utilisé pour cette étude consistait en 768 individus de *Eunicella singularis* collectés dans 28 stations dans 4 sites d'habitat rocheux naturel du Golfe du Lion.

Huit jeux de données dégradés ont été construits pour explorer l'effet du niveau d'expertise dans l'annotation des allèles (débutant et expert), le nombre de marqueurs micro-satellites (8 ou 9), et l'effort d'échantillonnage en quantité (431, 600 ou 768 individus) et en qualité (22 ou 28 stations pour 600 individus).

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

Les résultats ont montré qu'un ensemble de données de faible expertise produisait des résultats incohérents. La subjectivité de la notation des allèles qualifiés n'affectait pas les résultats finaux, mais il a été noté que les paramètres utilisés pour l'estimation bayésienne des groupes de population seraient beaucoup plus fiables s'ils étaient augmentés. L'inclusion du marqueur S10 a produit deux groupes de population distinctes, ce qui correspond au même résultat obtenu lorsque davantage d'échantillons ont été ajoutés, ce qui suggère que l'utilisation d'un locus supplémentaire était une option plus rentable qu'un effort d'échantillonnage important. De plus, la réduction du nombre de marqueurs à cinq au moins des marqueurs les plus informatifs semblait suffisante pour l'analyse par groupes. L'effort d'échantillonnage a augmenté la résolution du résultat mais n'a pas changé de manière significative après 600 individus. L'ajout de plus de sites a fourni plus d'informations sur la structure de la population que l'enrichissement d'individus dans un plus petit nombre de sites.

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

Des mesures de contrôle de la qualité dans l'annotation et le traitement des données de génétique des populations sont essentiels pour la production de résultats fiables et reproductibles. L'utilisation de marqueurs de type SNPs dont l'annotation est basée sur des algorithmes bioinformatiques automatisés devraient permettre de satisfaire le critère de reproductibilité. Il n'en reste pas moins que l'informativité d'un marqueur et d'un site d'échantillonnage est très variable et nécessite d'être quantifiée par une étude de sensibilité systématique.