



UNIVERSITÉ D'AVIGNON
ET DES PAYS DE VAUCLUSE

PROPOSITION SUJET DE THESE

2016-2019

1. Sujet de thèse et encadrement

Directeur de thèse : Dr. Thierry Dutoit, DR CNRS, UMR IMBE, équipe IRPNC

Co-encadrants:

- Dr. Olivier Blight, MFC Université d'Avignon, UMR IMBE, équipe IRPNC
- Dr. Hervé Jourdan, IR IRD, UMR IMBE, équipe ECIB

Correspondant: Dr. Olivier Blight

Mail : olivier.blight@univ-avignon.fr

Téléphone: 04 90 84 38 59

Titre français: Utiliser les fourmis comme ingénieurs des écosystèmes pour restaurer les sites miniers de Nouvelle-Calédonie

Mots-clés : restauration écologique, assemblage de fourmis, succession végétale et dispersion de graines.

English title: Using ants as ecosystem engineers to restore abandoned mines in New-Caledonia

Keywords: ecological restoration, ant communities, vegetal succession, seed dispersal.

Profil du candidat : Titulaire d'un Master en sciences écologiques (écologie des communautés animales, écologie fonctionnelle, écologie de la restauration).

Financement possible : Contrat doctoral ministériel

Lieu de travail

Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
UMR 7263 – Equipe « Ingénierie de la Restauration des Patrimoines Naturel et Culturel » (IRPNC) – Avignon et Equipe « Ecologie de la Conservation et Interactions Biotiques » (ECIB) – Nouméa.

Descriptif de l'organisme

- L'équipe IRPNC est spécialisée dans l'étude des processus de co-existence des espèces dans les systèmes méditerranéens et tropicaux. Elle teste également les impacts de la manipulation de certaines espèces dites ingénieurs des écosystèmes sur la production de services écosystémiques. Cette équipe est composée de 11 permanents (1 DR CNRS, 5 Maîtres de conférences, 3 Professeurs des universités et 2 techniciens) et 10 doctorants en 2015-2016.

- L'équipe ECIB s'intéresse principalement à la dynamique et la structure des populations et des communautés. Une attention particulière est accordée à la compréhension des interactions entre espèces, notamment celles qui interviennent dans la dynamique des populations invasives ou proliférantes ou des populations sujettes à des processus de raréfaction en lien avec les activités humaines.

2. Modalité de candidature

- **Dépôt de candidature par email, à adresser au correspondant** (olivier.blight@univ-avignon.fr):

CV ; lettre de motivation ; relevé des notes de M1 et (si disponible) de M2 ou tout autre document équivalent ; 1 ou 2 lettres de recommandation de responsables pédagogiques et/ou responsables de stages.

Chaque candidat devra préciser dans sa lettre de motivation la cohérence entre son parcours et son projet professionnel et le sujet de thèse.

- **Date limite de dépôt:** le mercredi 18 mai 2016.

3. Présentation détaillée du sujet

Contexte et enjeux

Dans le contexte actuel de crise de la biodiversité, la restauration écologique d'habitats dégradés est devenue une des disciplines majeures en science de l'environnement. La dernière conférence internationale sur la biodiversité qui

s'est tenue au Japon à Nagoya en 2010, s'est ainsi fixée comme objectifs de restaurer 15% de tous les écosystèmes de la planète d'ici à 2020 !

La restauration écologique est donc aujourd'hui un outil de conservation important de la biodiversité et des services écosystémiques rendus aux populations humaines. Cependant les travaux de réhabilitation et de restauration dits « écologiques » font encore aujourd'hui largement appel aux connaissances et techniques de l'ingénierie et du génie civil héritées du monde du bâtiment et de la construction d'ouvrages d'art. Bien que maîtrisées et disponibles sur le marché, ces techniques ne sont pas toujours les plus durables pour restaurer des systèmes biologiques complexes issus d'interactions entre le climat, le sol et tous les êtres vivants qui les composent.

En conséquence, face aux forts impacts environnementaux des techniques de génie civil dont l'utilisation d'engins de travaux publics polluants (CO₂, No_x, etc.) et consommateurs d'énergies fossiles non renouvelables (hydrocarbures), se développe aujourd'hui une véritable « *ingénierie écologique* », une approche scientifique qui mêle recherche fondamentale (savoirs scientifiques) et recherche appliquée (ingénierie) notamment pour recréer des écosystèmes et préserver leur biodiversité. Les objectifs sont alors d'utiliser le vivant dans toutes ses composantes et niveaux d'organisation (du gène au paysage) à des fins non seulement de restauration écologique de la biodiversité des écosystèmes, mais aussi, d'optimisation des fonctions rendues par ces écosystèmes notamment celles profitables aux activités anthropiques (encore appelées « *services écosystémiques* »). Ceci nécessite une bonne connaissance de l'écologie fonctionnelle et évolutive des écosystèmes ciblés, de l'histoire de la dégradation anthropique et, enfin, le choix d'une trajectoire de référence pour guider la planification, la réalisation, le suivi et l'évaluation du projet de restauration dans des contextes socio-économiques et climatiques très changeants.

Un objectif clé en écologie de la restauration est ainsi le rétablissement d'écosystèmes autonomes, ayant la capacité de persister et de s'adapter sur le long terme. Pour cela, une approche multi-espèces et multi-niveaux de la restauration des écosystèmes est nécessaire, en mettant l'accent sur la prise en compte des processus clés comme les interactions entre individus et populations dans leur fonctionnement aux différentes échelles d'organisation du vivant (du gène au paysage).

De très nombreuses espèces sont impliquées directement ou indirectement dans une ou plusieurs relations de mutualisme (Bronstein, Dieckmann, and Ferrière 2004). Les processus écologiques facilités par les animaux, comme la dispersion des graines ou la fertilisation des sols, sont donc essentiels pour la survie de très nombreuses plantes (Potts et al. 2010). Malgré l'importance des relations de mutualisme pour la durabilité des écosystèmes, leur prise en compte lors de projet de restauration est

étonnamment rare (Menz et al. 2011). **L'écologie de la restauration a donc besoin de prendre plus en compte les interactions entre espèces pour comprendre les processus locaux de mise en place de la biodiversité et son fonctionnement.** Les connaissances actuelles sur les processus écologiques impliqués dans le rétablissement de ces interactions sont en effet encore trop fragmentaires.

Site d'études et objectifs

La Nouvelle-Calédonie est confrontée au challenge paradoxal de devoir gérer à la fois une ressource minière considérable en nickel, et une biodiversité reconnue comme une des plus originales et des plus précieuses de la planète. Il est alors essentiel de développer des moyens de restauration des terrains miniers dégradés, afin que la Nouvelle-Calédonie n'hypothèque pas ses possibilités de développement à long terme, lorsque les « ressources du vivant » devront pallier l'épuisement de la ressource minière. Les objectifs majeurs de ce projet sont donc d'identifier le rôle des fourmis dans la structuration des communautés végétales, notamment les stades pionniers et les facteurs environnementaux qui structurent leur relation, afin de mettre en place des programmes de restauration écologique innovants pour expérimenter la réhabilitation des mines de nickel en fin d'exploitation de Nouvelle-Calédonie. **Il permettra ainsi de définir une stratégie optimale pour la restauration de ces interactions au sein d'écosystèmes et d'écocomplexes dégradés en Nouvelle-Calédonie comme le sont les importantes mines de nickel exploitées depuis 1873.**

En effet, les projets actuels de restauration basés simplement sur la revégétalisation de sites dégradés ne sont pas toujours efficaces pour restaurer les fonctions de l'écosystème cible. Ces projets sont généralement centrés sur la plantation de quelques espèces alors que de nombreuses fonctions essentielles dans l'implantation et le maintien des communautés végétales sont délivrées par des espèces clés ne recolonisant pas ou difficilement les sites restaurés. Ce projet propose donc d'étudier les services délivrés par les fourmis aux communautés végétales via la dispersion des graines et la modification de l'activité mycorhizienne, afin de développer de nouvelles techniques innovantes de restauration écologique.

Parmi les interactions entre plantes et fourmis, la dispersion des graines est l'une des plus importantes (Lengyel et al. 2009; Lengyel et al. 2010). De cette relation, les deux partenaires peuvent retirer plusieurs bénéfices. La dispersion des graines par les fourmis permet de diminuer la pression de prédation (rongeurs, insectes) et de réduire la compétition entre plantules ou entre plantules et parents. Les graines peuvent être transportées et déposées au sein de micro-sites enrichis en nutriments, augmentant ainsi leur succès de germination (Bulot et al. 2016). La distance de dispersion, comme facteur de colonisation, peut également structurer les communautés végétales. Enfin, par une action de prédation, certaines espèces de fourmis

comme les espèces granivores peuvent affecter les communautés de plantes en favorisant des espèces pas ou peu prédatées.

Malgré leur mode vie principalement sédentaire, et leur importante activité de construction et de transfère de la matière organique dans le sol, très peu de données sont disponibles sur l'influence des fourmis sur les communautés végétales à travers la modification des propriétés du sol (Boulton and Amberman 2006). Les fourmis peuvent par exemple jouer un rôle important en modifiant les densités de décomposeurs (Sanders and Veen 2011) ou en modifiant les propriétés physiques des sols (augmentation de la porosité, drainage) (Colloff, Pullen, and Cunningham 2010). Ces changements peuvent ainsi indirectement faciliter l'implantation et le maintien des communautés végétales.

Le premier axe du projet a donc pour objectif la caractérisation et la modélisation des assemblages de fourmis le long de la succession végétale spontanée ainsi que l'étude de la dynamique de recolonisation des sites restaurés.

Le deuxième axe du projet vise à mieux comprendre la place des fourmis dans le fonctionnement des stades pionniers de la succession végétale. Plus particulièrement il s'agira d'étudier le rôle des fourmis dans la structuration des communautés végétales par la dispersion des graines des espèces pionnières et la modification des relations plantes-mycorhizes.

Le troisième axe du projet consistera en l'évaluation et l'orientation de projets d'ingénierie écologique impliquant les fourmis pour la restauration des sites dégradés. Il pourra notamment consister l'implantation au sein des sites restaurés des espèces identifiées comme étant "clé" dans le fonctionnement des stades pionniers de la succession végétale.

Le protocole expérimental comprendra essentiellement des expérimentations sur les sites d'étude en Nouvelle-Calédonie (Plateau de Goro) (piégeage des communautés de fourmis, relevés de végétation, expérimentations comportementales, étude des relations plantes-mycorhizes en présence et en absence de fourmis, implantation d'espèces cibles). Un travail en laboratoire sera également nécessaire (traitements statistiques, analyses SIG, modélisation, études comportementales).

3. Retombées attendues

Ce projet permettra d'approfondir nos **connaissances fondamentales** sur les processus qui régissent les interactions entre plantes et insectes avec pour modèle les fourmis. Il permettra également l'**identification** des espèces clés impliquées dans des relations de mutualisme avec les plantes qui pourront être des **espèces candidates** (espèces ingénieures ou bio-indicatrices) pour la mise en place d'un projet **d'ingénierie écologique**.

Références

- Bulot A, Provost E, Dutoit T (2016) Harvester ants (Hymenoptera: Formicidae) refuse piles turnover increase seeds density and seedlings species-richness in dry grasslands. *Myrmecol. News* (sous presse).
- Boulton AM, Amberman KD. 2006. How ant nests increase soil biota richness and abundance: A field experiment. *Biodivers. Conserv.* 15:69-82.
- Bronstein JL, Dieckmann U, Ferrière R. 2004. Coevolutionary Dynamics and the Conservation of Mutualisms. In: *Evolutionary Conservation Biology*. p. 305-326.
- Colloff MJ, Pullen KR, Cunningham SA. 2010. Restoration of an Ecosystem Function to Revegetation Communities : The Role of Invertebrate Macropores in Enhancing Soil Water Infiltration. 18:65-72.
- Lengyel S, Gove AD, Latimer AM, Majer JD, Dunn RR. 2009. Ants sow the seeds of global diversification in flowering plants. *PLoS One* 4:1-6.
- Lengyel S, Gove AD, Latimer AM, Majer JD, Dunn RR. 2010. Convergent evolution of seed dispersal by ants, and phylogeny and biogeography in flowering plants: A global survey. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 12:43-55.
- Menz MHM, Phillips RD, Winfree R, Kremen C, Aizen M a., Johnson SD, Dixon KW. 2011. Reconnecting plants and pollinators: Challenges in the restoration of pollination mutualisms. *Trends Plant Sci.* 16:4-12.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE. 2010. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25:345-353.
- Sanders D, Veen FJF Van. 2011. Ecosystem engineering and predation : the multi-trophic impact of two ant species. :569-576.

