

## Proposition de stage de Master 2 Modélisation en écologie

Nom de l'entreprise ou du laboratoire: UMR IGEPP

Adresse où se déroulera le stage:

1. IGEPP, INRAE Domaine de La Motte, 35650 Le Rheu
2. IGEPP, Agrocampus Ouest, L'Institut Agro, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex/

Titre du stage: Evaluation multicritère des services et disservices rendus par une communauté d'arthropodes en milieu agricole basée sur des analyses trophiques moléculaires

Contexte scientifique et résumé du projet de stage: Les coléoptères carabiques forment une communauté abondante et diversifiée en milieu agricole. Leur régime alimentaire omnivore les fait considérer comme de précieux auxiliaires de la protection des cultures. Ils contribuent à la régulation de nombreux ravageurs, notamment arthropodes et mollusques, mais également des adventices dont ils consomment les graines. D'autre part, ils se maintiennent dans les parcelles agricoles en l'absence de ces proies. En conséquence, l'abondance des carabes est considérée comme un indicateur du service de régulation naturelle des bioagresseurs des cultures. Cependant, une analyse fondée sur une abondance totale des carabes néglige la grande variabilité interspécifique des régimes alimentaires et des quantités de proies consommées, en lien notamment avec une forte diversité des tailles. Par ailleurs, le régime alimentaire généraliste des carabes peut également occasionner des disservices résultant de la prédation d'organismes bénéfiques à d'autres services écosystémiques (vers de terre, araignées, etc.). Ainsi, le niveau de service rendu, de même que la balance service/disservice dépendent de l'abondance mais également de la composition spécifique des communautés de carabes.

Du fait de la difficulté d'observation, le régime alimentaire de ces organismes reste mal connu. Cependant, le développement des approches moléculaires ouvre de nouvelles perspectives pour aborder cette question, et permet d'obtenir des descriptions de contenus stomacaux de ces prédateurs en détectant l'ADN des proies en digestion. Ces informations restent cependant qualitatives et souvent fortement biaisées par de nombreux facteurs non maîtrisés sur le terrain (ex temps de collecte) et au laboratoire (ex biais d'amplification). L'objectif de ce travail est de formaliser un modèle de la prédation globale opérée sur différentes proies par une communauté de coléoptères carabiques en fonction de son abondance et de sa composition, et de l'utiliser pour quantifier ces prédatons (ex nombre de pucerons consommés par jour) à partir de données de présence des proies issues de diagnostic moléculaire de contenus stomacaux. En fonction des premiers résultats et de l'intérêt du stagiaire, le stage pourra ensuite s'orienter vers un approfondissement et un enrichissement du modèle et des méthodes de modélisation (modélisation fine des stratégies de prédation, prise en compte des temps de digestion différent selon la nature des proies), ou bien vers son utilisation pour l'exploration des processus écologiques (explorer les trade-offs et synergie entre services rendus par les communautés rencontrées dans les parcelles agricoles, évaluer la pertinence des indicateurs globaux, etc).

### Approches expérimentales à mettre en œuvre:

Dans un premier temps, il s'agira de formaliser et d'ajuster un modèle mécaniste pour quantifier le taux de prédation. L'objectif est de traduire des données de détection moléculaire (PCR diagnostique) récoltées au champ, qui peuvent être considérées comme des données de présence absence, en termes de nombre d'événements de prédation réalisés par intervalle de temps. Nous faisons l'hypothèse qu'un événement de détection résulte de 2 processus, un processus poissonnien qui modélise les événements de consommation d'une proie et un processus d'effacement de ces événements représentant le processus de digestion : la digestion complète d'une proie rend cette proie indétectable dans l'estomac. Cet effacement peut se représenter par une fonction à décroissance exponentielle. Le processus résultant de ces deux phénomènes est un processus de Poisson inhomogène.

L'estimation des paramètres du modèle de détection des proies dans l'estomac est complexe car il n'est pas facile de distinguer entre une situation de fort taux de prédation et une digestion rapide et une situation de taux plus faible de prédation et un processus de digestion plus lent. Or, en terme de services écologiques, seul le taux de prédation importe.

L'ambiguïté entre ces deux processus pourra être levée grâce à un modèle intégré (estimé dans un cadre bayésien) qui combine deux sources de données issues de travaux précédents :

- 1) des données de détection moléculaire de proies dans des carabes d'espèces variées (PCR diagnostique sur 5 types de proies incluant ravageurs, décomposeurs et autres prédateurs) en provenance de 4 régions françaises,
- 2) des suivis au laboratoire de l'évolution de la détection des différentes proies en fonction du temps écoulé depuis l'événement de prédation et de l'espèce du prédateur carabique.

Les prédictions du modèle seront comparées à des mesures indirectes de prédation (obtenues par exposition de proies sentinelles) également acquises lors de projets précédents.

Enfin, le modèle sera appliqué à des données historiques de structuration des communautés de coléoptères carabiques afin (1) d'identifier les trade-offs et synergies entre (dis)services résultant des proies consommées et (2) d'identifier les caractéristiques de la communauté carabique qui déterminent ces (dis)services (abondance totale ou de certaines espèces, diversité, présence d'espèces rares, ...) et d'évaluer la pertinence des proxys habituellement utilisés (diversité, abondance, etc).

### Outils et méthodes (mathématiques, informatiques, statistiques):

Le cadre de modélisation repose sur les modèles poissonniens. Le lien avec l'écologie passe par une réflexion sur les variables importantes à prendre en compte pour modéliser l'intensité des processus.

Les modèles hiérarchiques bayésien constituent un cadre agréable pour intégrer des données de natures différentes.

L'estimation bayésienne sera menée sous Jags, Nimble ou Stan. Le choix entre ces trois logiciels sera fait après une phase de test préliminaire pour comparer leurs performance respectives.

*Montant des indemnités de stage: 3,90 Euros/heure*

Responsable du stage (personne à contacter):

Nom: Manuel PLANTEGENEST

Statut (Ingénieur, chercheur, DR, MCF, Pr, autre): Pr

Coordonnées (email, tel): [Manuel.Plantegenest@agrocampus-ouest.fr](mailto:Manuel.Plantegenest@agrocampus-ouest.fr)

Co-encadrement :

Elsa Canard, CR INRAE

[elsa.canard@inrae.fr](mailto:elsa.canard@inrae.fr)

Marie-Pierre Etienne, MC Agrocampus Ouest

[marie-pierre.etienne@agrocampus-ouest.fr](mailto:marie-pierre.etienne@agrocampus-ouest.fr)

Ambre Sacco--Martret de Préville, PhD

[ambre.sacco-martret-de-preville@inrae.fr](mailto:ambre.sacco-martret-de-preville@inrae.fr)