

OFFRE DE THESE : **Modélisation du contrôle biologique des ravageurs des légumineuses par une communauté d'ennemis naturels et application à la diversification des systèmes de culture de la parcelle au paysage**

MOTS CLEFS

Service de régulation, dynamique des populations, carabe, fonction écologique, dispersion, cultures associées, zéro pesticide

CONTEXTE SOCIOECONOMIQUE ET POSITIONNEMENT SCIENTIFIQUE

La thèse s'inscrit dans le Programme Prioritaire de Recherche (PPR) Specifics (1), qui ambitionne de favoriser la transition vers des systèmes de culture sans pesticides et riches en légumineuses à graines. Ces cultures présentent un profil agroécologique favorable à l'atténuation des effets des changements globaux en cours. Augmenter la part de légumineuses sans pesticides dans les assolements contribuerait également à la diversification des paysages agricoles, au profit de la biodiversité et des services qu'elle supporte (2). Cependant, ces cultures rencontrent des problèmes phytosanitaires majeurs qui contrarient leur plus grande adoption par les agriculteurs. Une meilleure compréhension du phénomène complexe de régulation des ravageurs par leurs ennemis naturels, défini comme le service écosystémique de contrôle biologique, contribuerait à l'émergence de systèmes de culture conçus pour s'affranchir des pesticides. Dans cette intention, la thèse se focalisera sur la régulation des principaux ravageurs des légumineuses (insectes et mollusques), par la communauté des ennemis naturels et particulièrement les coléoptères carabiques. Les carabes constituent en effet une communauté d'espèces diversifiée et abondante, présentant des régimes alimentaires variés, et impliquée dans les réseaux trophiques régulant l'abondance des ravageurs de culture.

Au cours des 2 dernières décennies, de nombreux travaux de recherche se sont attachés à comprendre les effets du paysage sur le contrôle biologique des ravageurs de culture. Si les légumineuses ont rarement été étudiées (Sérée et al., 2022), quelques patterns généraux semblent se dégager à partir des résultats recensés sur d'autres cultures (céréales, colza, vergers et vignes notamment). Ainsi, le contrôle biologique serait amélioré par une plus grande diversité fonctionnelle des ennemis naturels (Dainese et al., 2020) et les paysages plus complexes favoriseraient leur abondance et leur diversité (Chaplin-Kramer et al., 2011). Cependant, la littérature documente des cas contradictoires, au point que le niveau de contrôle biologique reste très généralement imprédictible à partir des seules variables paysagères (Karp et al., 2018). Nous faisons l'hypothèse que cette incapacité à prédire résulte d'une part d'une prise en compte insuffisante de la dynamique des communautés des ennemis naturels actifs dans la culture et d'autre part d'un défaut de quantification du contrôle biologique qu'ils y assurent. La modélisation du service de régulation des ravageurs à l'échelle du paysage agricole pourrait fournir un cadre conceptuel pertinent pour intégrer ces mécanismes écologiques complexes (Alexandridis et al., 2022). Nous proposons de développer une approche de modélisation combinant un modèle de prédation à un modèle de dispersion des ennemis naturels. Cette démarche originale sera appliquée au cas des cultures de féveroles et permettra d'évaluer in silico l'effet de pratiques agroécologiques de diversification des couverts et du paysage par l'inclusion de cultures de légumineuses sans pesticides, sur la régulation simultanée d'un ensemble de ravageurs par une communauté de prédateurs.

OBJECTIFS ET DEMARCHE - QUESTIONS DE RECHERCHE

La thèse a pour premier objectif de développer une nouvelle méthode d'estimation et de prédiction du contrôle biologique. Cette méthode combine des données écologiques décrivant la communauté des prédateurs (ex. densités relatives des différentes espèces) à des fonctions de prédation quantifiant le nombre de proies consommées par unité de temps par un individu, en fonction de son espèce. Les paramètres de ces fonctions sont estimés, pour chaque couple prédateur-proie (carabe-ravageur), par modélisation statistique (dans un cadre bayésien) sur la base de données moléculaires (détection des proies dans des prédateurs capturés au champ) et de données physiologiques (temps de digestion des proies par les prédateurs). Actuellement initié dans l'équipe pour des carabes rencontrés en culture de blé (thèse de Ambre Sacco-Martret de Préville, 2019-2022), ce travail sera poursuivi et étendu au cas des carabes et ravageurs en culture de féverole. La méthode pourrait également être testée avec d'autres types de prédateurs (ex. araignées). Des campagnes de captures réalisées ces 5 dernières années sur un réseau de parcelles en Anjou, permettront de disposer de données de composition et d'abondance de la communauté de carabes dans cette culture (cultivée en pure ou en association). Deux questions de recherche seront abordées par ce premier volet de la thèse : comment quantifier le contrôle biologique d'une diversité de ravageurs par une communauté d'ennemis naturels à partir des abondances spécifiques locales des prédateurs ? Quelles caractéristiques de cette communauté sont associées aux variations de l'intensité de la prédation ?

Le second objectif de la thèse est de développer un modèle de simulation de la dispersion des ennemis naturels à l'échelle d'un petit paysage agricole afin de prédire le service de régulation des ravageurs rendu dans les cultures de légumineuses (féverole). Pour ce faire, nous nous appuyons sur un cadre existant (voir par exemple Fabre et al., 2021) à adapter aux carabes. Le processus de dispersion sera placé sous la dépendance de traits spécifiques comme la taille, la présence/absence d'ailes et la phénologie des différentes espèces. Le modèle de dispersion sera utilisé pour évaluer par simulation l'effet d'une augmentation de la part des légumineuses dans l'assolement sur les communautés de carabes constituées dans ces cultures. Les questions de recherches traitées dans ce deuxième volet de la thèse concerneront la modélisation de la dispersion : comment paramétrer un modèle général pour un ensemble d'espèces caractérisées par des traits de vie ? Comment intégrer l'effet de la densité des proies et de la qualité des habitats sur ce processus ?

Le troisième objectif de la thèse vise à produire une évaluation des leviers de diversification déployés aux différentes échelles (de l'association culturale au paysage) du point de vue de la régulation des ravageurs des légumineuses. En combinant le modèle de dispersion (volet 2) avec l'estimation de l'intensité de la prédation, fonction de la communauté locale de carabes (volet 1), il deviendra en effet possible de prédire et de cartographier la dynamique spatio-temporelle du service de régulation des ravageurs à l'échelle d'un ensemble de parcelles. Ce travail de simulation s'effectuera *in silico*, sur des paysages virtuels (3). Les scénarios envisagés permettront de tester des combinaisons de leviers déployés à différentes échelles d'organisation : culture de légumineuse en association vs en pure (échelle du champ), augmentation de la part des légumineuses dans les assolements (échelle du paysage) et modification du ratio des cultures sans pesticides vs conventionnelles (échelle du système de culture). Plusieurs questions de recherche sont associées à cette partie de la thèse et concernent les leviers d'action agroécologiques susceptibles de moduler le service de régulation : quels sont les effets d'une part croissante de légumineuses sans pesticide dans le paysage sur les carabes et sur la régulation des ravageurs ? Comment interagissent les leviers déployés à différentes échelles et permettent-ils d'améliorer le contrôle biologique localement et globalement ?

PROFIL ET COMPETENCES RECHERCHEES

Etudiant.e titulaire d'un diplôme de niveau M2 en Agronomie/Écologie/Modélisation, intéressé.e par les approches quantitatives de processus complexes, disposant d'une bonne capacité d'abstraction et d'une première expérience significative en modélisation et/ou analyse de données. Il/elle disposera d'un bagage technique significatif dans ce domaine (conceptualisation, programmation).

Le.La candidat.e devra démontrer une appétence pour la recherche bibliographique, de bonnes aptitudes en anglais, de bonnes capacités de rédaction et un goût pour le travail collaboratif (implication de la thèse dans un grand projet). Il.Elle aura la capacité d'être force de proposition et de mener ses travaux en autonomie.

ENVIRONNEMENT ET ENCADREMENT

La thèse débutera en **octobre 2022**. Elle est financée par le projet Specifics (1).

Le.La doctorant.e sera accueilli.e dans **l'équipe EGI** (Écologie et Génétique des Insectes) de **l'UMR IGEPP** (4), sur l'un des 2 sites de l'Institut Agro Rennes-Angers.

La thèse sera co-encadrée par Manuel Plantegenest (PR-HDR, Institut Agro), Sylvain Poggi (CR INRAE) Elsa Canard (CR, INRAE) et Yann Tricault (MCF, Institut Agro).

COLLABORATIONS

Le.La doctorant.e bénéficiera du large consortium scientifique réuni au sein du projet Specifics, qui mêle chercheurs.euses en agroécologie, agronomie, sélection variétale, économie et sociologie. Il.Elle pourra notamment interagir avec les collègues de l'UMR Agroécologie de Dijon qui coordonnent et conduisent des expérimentations systèmes sur des plateformes d'essais (5), en cherchant à mobiliser le service de régulation des bioagresseurs des légumineuses.

Il.Elle pourra également tirer profit des nombreuses compétences existant dans l'équipe et au travers des nombreuses collaborations avec d'autres labos dans les domaines de l'agroécologie appliquée à la protection des cultures, la modélisation et l'analyse de données ou encore la biologie moléculaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES Et SITOGRAPHIE

Alexandridis N et al. (2021) <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104761>.

Chaplin-Kramer R et al. (2011) <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01642.x>

Dainese M et al. (2019) <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0121>

Fabre F et al. (2021) https://doi.org/10.1007/978-3-030-57899-2_4

Karp DS et al. (2018) <https://doi.org/10.1073/pnas.1800042115>

Sérée L et al. (2022) <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107902>

(1) <https://www6.inrae.fr/specifics/>

(2) <https://www.inrae.fr/actualites/impacts-produits-phytopharmaceutiques-biodiversite-services-ecosystemiques-resultats-lexpertise-scientifique-collective-inrae-ifremer>

(3) <https://www.hutton.ac.uk/research/departments/information-and-computational-sciences/tools/landsfacts>

(4) <https://www6.rennes.inrae.fr/igepp>

(5) <https://www6.inrae.fr/plateforme-casys/>

CONTACTS

yann.tricault@agrocampus-ouest.fr

manuel.plantegenest@agrocampus-ouest.fr

sylvain.poggi@inrae.fr

elsa.canard@inrae.fr