



STAGE DE RECHERCHE M2 ECOLOGIE EVOLUTION GENOMIQUE Rentrée 2016

Modélisation de la dynamique de population d'un ravageur de fruits, *Drosophila suzukii* : effets de la température et de la plasticité phénotypique ?

Université Claude Bernard Lyon 1

Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive UMR CNRS 5558 Villeurbanne

Encadrants : Christelle Lopes : christelle.lopes@univ-lyon1.fr, Patricia Gibert : patricia.gibert@univ-lyon1.fr, Emmanuel Desouhant : emmanuel.desouhant@univ-lyon1.fr

Contexte scientifique et objectifs :

Drosophila suzukii Matsumara est une espèce originaire d'Asie qui a été observée pour la première fois en 2008 en Europe (Espagne et Italie) et en Amérique du Nord (Californie) où elle s'est répandue très rapidement. Outre sa remarquable capacité d'invasion, les femelles de cette espèce présentent comme particularité d'être capables, grâce à leur ovipositeur sclérotinisé, de pondre leurs oeufs dans des fruits sains. Les dégâts sont causés par les larves se développant à l'intérieur du fruit mais également par l'arrivée d'infections secondaires de bactéries et de champignons qui vont accélérer la décomposition du fruit. Aux Etats-Unis, les dégâts causés par *D. suzukii* ont été estimés à plusieurs centaines de millions de dollars. En Europe, suite aux premiers dégâts constatés en Italie, *D. suzukii* a été inscrite sur la liste d'alerte de l'Organisation Européenne de Protection des Plantes (OEPP) en janvier 2010. En France, en 2014, plus de 35% de la production de cerises a été détruite par ce ravageur.

La compréhension des facteurs écologiques qui déterminent la période de présence de cette espèce et son activité sur le terrain constitue un enjeu majeur pour mettre en oeuvre des moyens de lutte efficaces. Un piégeage bi-hebdomadaire sur plusieurs années et dans différentes localisations, pour lesquelles diverses variables écologiques ont été mesurées, (variables liées au climat et à la présence de ressources pour l'insecte) a été réalisé dans le cadre du projet CASDAR financé par le ministère de l'agriculture qui mettait en jeu le CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes) et plusieurs stations expérimentales. Cet échantillonnage a fourni un jeu de données permettant de suivre la dynamique de population de cet insecte dans différentes conditions environnementales. Il est ainsi apparu que la température est un facteur déterminant pour expliquer les patrons d'abondance observés.

Ce projet comporte à la fois un objectif appliqué de modélisation de la dynamique annuelle de ce ravageur afin de pouvoir prédire au mieux son apparition sur le terrain, condition nécessaire d'une lutte intégrée, et un objectif plus fondamental visant à étudier le rôle de la plasticité phénotypique dans le succès invasif de l'insecte.

Approches méthodologiques :

Objectif 1 : Le premier objectif du projet sera de développer un modèle décrivant la dynamique annuelle observée de ce ravageur en intégrant l'effet de la température sur les paramètres démographiques majeurs, à savoir la fécondité et la longévité. Pour cela, 3 étapes sont envisagées : 1) formaliser, à partir des données récoltées, l'effet de la température sur chaque trait ; 2) développer un modèle de dynamique de population (basé sur des équations différentielles ordinaires) dans lequel seront intégrées les normes de réaction précédemment formalisées ; et 3) tester les prédictions du modèle sur différents scénarios de chroniques annuelles de température (températures moyennes journalières, hebdomadaires, mensuelles) pour définir l'échelle temporelle nécessaire afin d'expliquer les patrons d'abondance annuels observés. L'idée est ici de tester si la dynamique de population est suffisamment sensible aux variations journalières de température qui peuvent être observées sur le terrain pour devoir intégrer cette variabilité dans le modèle.

Objectif 2 : Le second objectif sera de comprendre le rôle de la plasticité phénotypique dans le succès invasif de cette espèce. La plasticité phénotypique constitue un mécanisme clé d'adaptation à l'environnement qui devrait jouer un rôle crucial dans le succès invasif d'une espèce. En effet, la plasticité phénotypique va permettre l'expression de phénotypes bénéfiques dans une grande gamme d'environnement mais au détriment d'une performance maximale qui correspond à la stratégie « jack of all trades, master of none ». En fonction de leur sensibilité aux conditions environnementales, les organismes peuvent donc

être décrits comme généralistes ou spécialistes. Les formes de plasticité associées aux espèces envahissantes restent encore méconnues, selon certains auteurs le succès invasif est lié au caractère généraliste des espèces alors que pour d'autres les espèces envahissantes sont des spécialistes opportunistes. Chez *D. sukikii*, deux morphes ont été évoqués dans la littérature, un morphe d'hiver et un morphe d'été caractérisés par une pigmentation plus sombre, une plus grande taille, une plus grande tolérance au froid et une activité ovarienne réduite pour le morphe d'hiver. Cependant, aucune information sur la potentielle différenciation génétique entre ces 2 morphes n'est à ce jour connue. Par conséquent, la question de la coexistence de deux morphes spécialistes ou la présence d'un seul morphe très plastique demeure. Dans cette partie nous testerons si les deux morphes présentant chacun des normes de réactions spécialistes (restreintes aux deux gammes de températures contrastées que sont l'hiver et l'été) présentent des dynamiques similaires à des individus ayant une grande plasticité avec une norme de réaction généraliste adaptée à une large gamme de température (comme nous l'avons envisagé dans objectif 1). Pour cela, 2 étapes sont envisagées : 1) calibrer le modèle précédemment développé pour chacun des 2 morphes ; 2) comparer les prédictions de ce nouveau modèle à celles précédemment obtenues avec un seul morphe (objectif 1) présentant une plus grande plasticité. Cette partie nous permettra aussi de tester, sous l'hypothèse de l'existence de ces deux morphes, comment évolue la fréquence d'un morphe par rapport à l'autre au cours de la saison. L'implémentation, les simulations numériques et l'inférence des paramètres se feront avec le logiciel R.

Compétences recherchées :

L'étudiant(e) recherché(e) doit posséder de solides bases en langage de programmation (notamment R) pour pouvoir implémenter le(s) modèle(s) et l'inférence de ses (leurs) paramètres. Une expérience en modélisation et en inférence est un plus mais la motivation et l'intérêt pour l'application des mathématiques à des questionnements biologiques priment.