

Proposition de stage niveau M2 ou Bac+5 ingénieur·e
Offer available in English upon request

*Utilisation de la modélisation métabolique par contraintes
pour décrypter les points critiques du métabolisme d'un insecte ravageur*

Structure d'accueil

Laboratoire BF2i, UMR INRAE / INSA Lyon - Équipe SymT (Symbioses Trophiques) <https://bf2i.insa-lyon.fr>

Durée : 5 à 6 mois (avec gratification) / **Période** : flexible, début de stage entre janvier et mars 2025

Encadrants

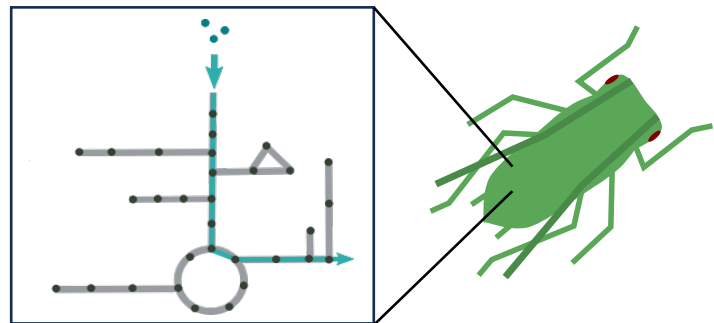
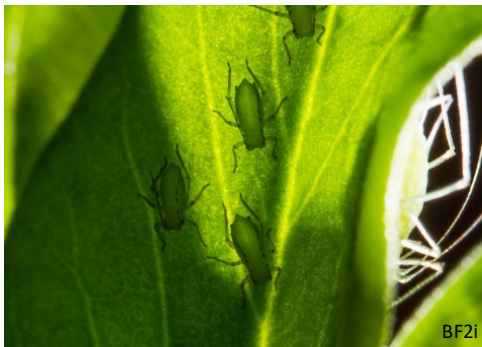
Référent principal : Léo GERLIN, Chargé de Recherche, INRAE, leo.gerlin@insa-lyon.fr

Co-encadrant : Hubert CHARLES, Professeur des Universités, INSA, hubert.charles@insa-lyon.fr

Support en bioinformatique : Patrice BAA-PUYOLET, Ingénieur d'Études, INRAE

Profil souhaité

Le projet est très transversal, il peut convenir à des formations diverses (bioinformatique/bio. des systèmes ou biologie/biochimie). L'important est d'avoir à la fois un attrait pour des « questions » biologiques (métabolisme, physiologie) et l'envie de découvrir des méthodologies mathématiques permettant de les aborder.



Présentation du laboratoire

Le laboratoire BF2i développe des recherches en biologie fonctionnelle et systémique sur des insectes d'intérêt agronomique, dans le but de décrypter les bases moléculaires et cellulaires de leurs associations avec des bactéries symbiotiques. L'objectif finalisé est d'identifier des cibles qui nous permettent de déstabiliser l'équilibre symbiotique et ainsi de développer des approches de contrôle des ravageurs alternatives aux pesticides chimiques et respectueuses de la santé de l'Homme et des écosystèmes. Les compétences multidisciplinaires de BF2i (physiologie de l'insecte, biologie moléculaire, bioinformatique, biologie des systèmes) sont centrées autour du bactériocyte, la cellule qui contient les bactéries symbiotiques chez les insectes, que nous étudions en considérant ses relations avec les autres tissus de l'insecte, dans une vision organismique d'étude de la symbiose. Le laboratoire est expert de l'étude des bases trophiques des symbioses chez différents ravageurs, et a réalisé des reconstructions du métabolisme intégré hôtes-bactéries. Le laboratoire a maintenant démarré un projet d'analyse quantitative des flux matière à l'interface plante – insecte – bactérie symbiotique. Ces approches seraient utilisées *in fine* pour développer des modèles prédictifs du comportement et de la physiologie des insectes vis-à-vis de la disponibilité en éléments nutritifs provenant des leurs bactéries symbiotiques et/ou de leur environnement.

Sujet de stage

Les pucerons sont des insectes ravageurs de cultures dont la prolifération est difficile à limiter sans avoir recours aux insecticides¹. Localisés sur les tiges et les feuilles des plantes, ils se nourrissent de sève

phloémienne, et ont leurs besoins nutritionnels complétés par un endosymbiote intracellulaire obligatoire, la bactérie *Buchnera aphidicola*². Ils colonisent ainsi rapidement un champ agricole entier. Nous souhaitons comprendre les mécanismes régissant leurs capacités de croissance et de reproduction exceptionnelles, afin de prédire quels facteurs de la plante et de l'environnement ont le plus d'impact dans le succès de leur colonisation. Afin d'associer les facteurs environnementaux et de la plante à la croissance/reproduction des pucerons, notre approche consiste à reconstruire et exploiter un modèle mathématique simulant les flux matière au sein de l'insecte par FBA (Analyse des Flux à la Balance)³.

Un premier modèle « cœur », reprenant le métabolisme central du puceron, a été construit par le laboratoire. Ce modèle ne représente que partiellement certaines fonctions du métabolisme du puceron. La ou le stagiaire devra donc compléter ce modèle en modifiant et complétant différentes voies métaboliques du puceron encore non fonctionnelles, comme le métabolisme des acides aminés soufrés, la biosynthèse des lipides et l'utilisation des vitamines. A l'issue de cette première partie, l'étudiant-e pourra alors intégrer des données physiologiques pour calibrer le modèle métabolique : vitesses de croissance pendant la croissance larvaire et la reproduction asexuée, quantité de nutriments assimilée, composition du miellat. Enfin, le modèle métabolique développé à BF2I pour la bactérie symbiotique primaire *Buchnera aphidicola* sera intégré afin de développer un premier modèle quantitatif de l'interaction hôte – symbiote et avoir une représentation complète des capacités métaboliques de l'insecte. Ce travail permettra de valider ou de moduler nos premières conclusions sur les éléments les plus critiques dans l'interaction trophique plante – insecte – bactérie symbiotique.

Dans une dernière partie, le modèle sera utilisé, grâce à des données existantes, pour comprendre l'adaptation métabolique du puceron et de sa bactérie symbiotique à des perturbations abiotiques ou biotiques, comme par exemple des variations de température⁴. Il deviendra possible d'analyser comment les changements environnementaux et agronomiques peuvent influencer la colonisation d'un champ agricole par un insecte ravageur.

Pour plus d'informations

<https://bioinfo-fr.net/flux-balance-analysis-ou-la-simulation-du-metabolisme-dune-cellule>

<https://bf2i.insa-lyon.fr/fr/content/thematique-de-recherche>

Pour candidater, merci d'envoyer à leo.gerlin@insa-lyon.fr :

- Vos 2 derniers relevés de notes
- Votre CV (1 à 2 pages)
- Une lettre de motivation détaillant vos intérêts pour ce stage (1 à 2 pages)

Références

1. Tooker, J. F. & Pearsons, K. A. Newer characters, same story: neonicotinoid insecticides disrupt food webs through direct and indirect effects. *Curr. Opin. Insect Sci.* **46**, 50–56 (2021).
2. Moran, N. A. Microbe Profile: *Buchnera aphidicola*: ancient aphid accomplice and endosymbiont exemplar: This article is part of the Microbe Profiles collection. *Microbiology* **167**, (2021).
3. Orth, J. D., Thiele, I. & Palsson, B. Ø. What is flux balance analysis? *Nat. Biotechnol.* **28**, 245–248 (2010).
4. Iltis, C., Tougeron, K., Hance, T., Louâpre, P. & Foray, V. A perspective on insect–microbe holobionts facing thermal fluctuations in a climate-change context. *Environ. Microbiol.* **24**, 18–29 (2022).