

Proposition de stage niveau M1 ou Bac+4 ingénieur·e
Offer available in English upon request

*Étudier les vulnérabilités du puceron du pois
 en développant un modèle mathématique de son métabolisme*

Structure d'accueil

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

Durée : 3 à 6 mois (avec gratification) / **Période** : flexible, début de stage entre janvier et mai 2024

Encadrants

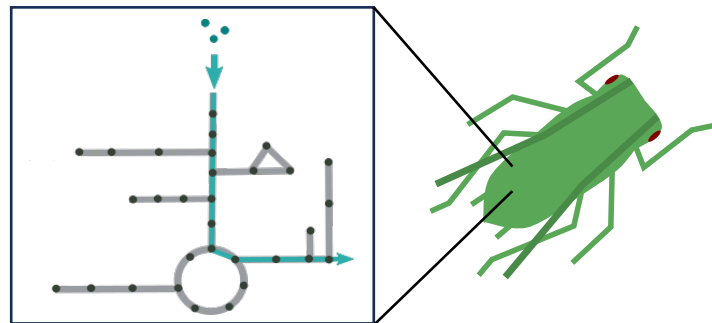
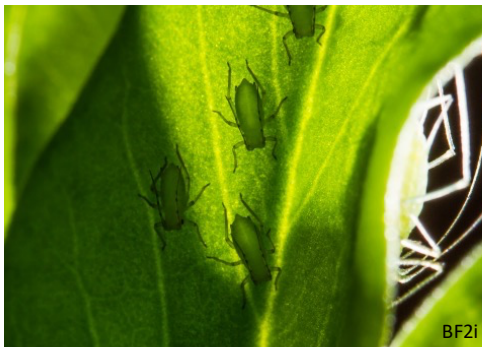
Référent principal : Léo GERLIN, Chargé de Recherche, INRAE, leo.gerlin@insa-lyon.fr

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

Support en bioinformatique : Patrice BAA-PUYOULET, 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 les « questions » biologiques (métabolisme, physiologie) et l'envie de découvrir des méthodologies mathématiques permettant de les aborder.



Sujet de stage

Les insectes ravageurs de cultures sont des sources de préoccupation importantes pour assurer la sécurité alimentaire, en particulier dans un contexte de changements globaux^{1,2}. Il est crucial de décrypter comment les écosystèmes agricoles répondent à des perturbations environnementales. Une approche des « en réseau » intégrant la complexité des différents organismes, est alors essentielle³. Dans ce contexte, la biologie des systèmes vise à étudier des objets biologiques (macromolécules, cellules, organismes, écosystèmes) par la construction de réseaux ou modèles rassemblant une large quantité d'informations^{4,5}. Il devient possible de simuler et/ou d'analyser l'impact d'une perturbation sur l'ensemble du système, en tenant compte des interactions entre les composants.

Le laboratoire BF2i développe des approches de biologie des systèmes, notamment sur le métabolisme. Par modélisation, il devient possible de relier l'ensemble du potentiel métabolique d'un organisme (plusieurs centaines d'enzymes et de réactions biochimiques) à sa nutrition (capacités d'assimilation des éléments disponibles) et sa physiologie (vitesse de croissance/reproduction, métabolites excrétés) et donc à son adéquation avec l'environnement. Cette méthodologie est basée sur l'analyse des flux à la balance (FBA, flux balance analysis) qui quantifie les flux matière empruntés dans un (ou plusieurs) organisme(s) en formulant un problème mathématique d'optimisation linéaire⁶. L'équipe souhaite appliquer ces approches à l'insecte ravageur modèle *Acyrtosiphon pisum* (puceron du pois) et ses interactions avec la plante et différentes bactéries. *A. pisum* doit sa capacité reproductive exceptionnelle à la présence d'une bactérie symbiotique, *Buchnera aphidicola*, qu'il héberge dans ses propres cellules et qui complète son alimentation déséquilibrée. L'équipe a d'abord modélisé le métabolisme de la bactérie *B. aphidicola*,

et étudie comment sa densité de population fluctuante répond aux besoins des différents stades de vie de l'insecte.

Pour atteindre une échelle plus large, et examiner comment le puceron répond à des perturbations environnementales, l'équipe souhaite modéliser le métabolisme de l'insecte entier, en s'appuyant sur des travaux publiés sur le bactériocyte du puceron et sur la drosophile^{7,8}. L'objectif de ce stage est de réaliser un modèle métabolique « cœur », représentant précisément les voies centrales du métabolisme chez l'insecte, afin de comprendre et quantifier les flux matière qui assurent la croissance et la reproduction du puceron. Le modèle intégrera à la fois des données expérimentales et des réseaux de réactions générés par bioinformatique. Il sera utilisé pour étudier les vulnérabilités de l'insecte face à des changements de nutrition, ou une altération des fonctions de sa bactérie symbiotique.

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)

Réponse à l'offre souhaitée avant le 24 novembre 2023.

Références

1. Hamann, E., Blevins, C., Franks, S. J., Jameel, M. I. & Anderson, J. T. Climate change alters plant–herbivore interactions. *New Phytol.* **229**, 1894–1910 (2021).
2. 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).
3. Allen, W. J. *et al.* A network perspective for sustainable agroecosystems. *Trends Plant Sci.* **27**, 769–780 (2022).
4. Bruggeman, F. J. & Westerhoff, H. V. The nature of systems biology. *Trends Microbiol.* **15**, 45–50 (2007).
5. Kutschera, U. Systems biology of eukaryotic superorganisms and the holobiont concept. *Theory Biosci.* **137**, 117–131 (2018).
6. Orth, J. D., Thiele, I. & Palsson, B. Ø. What is flux balance analysis? *Nat. Biotechnol.* **28**, 245–248 (2010).
7. Blow, F. *et al.* Impact of Facultative Bacteria on the Metabolic Function of an Obligate Insect-Bacterial Symbiosis. *mBio* **11**, e00402-20 (2020).
8. Schönborn, J. W., Jehrke, L., Mettler-Altmann, T. & Beller, M. FlySilico: Flux balance modeling of *Drosophila* larval growth and resource allocation. *Sci. Rep.* **9**, 17156 (2019).