

# Proposition de stage de Master2

Mars-Septembre 2023

## Évaluation de la résistance du pois aux pucerons en conditions de champ et en condition contrôlée

### *Informations sur l'équipe d'accueil*

Statut de l'Unité de rattachement : UMR 1349 IGEPP, INRAE – L'Institut Agro-Agrocampus Ouest - Université Rennes 1

Directrice d'Unité : Nathalie NESI

Intitulé de l'équipe d'accueil : Ecologie et Génétique des Insectes (EGI) / Résistance et Durabilité (RD)

Responsables d'équipe : Anne-Marie CORTESERO / Marie-Laure PILET-NAYEL

### *Informations sur les Encadrants*

Nom, prénom : Akiko SUGIO (EGI)/Marie-Laure PILET-NAYEL (RD)

Qualité : Directrice de Recherche

Adresse : UMR 1349 IGEPP, Domaine de la Motte, 35653 LE RHEU Cedex

Téléphone : 02.23.48.51.94 / 51.53

Email : [akiko.sugio@inrae.fr](mailto:akiko.sugio@inrae.fr) [marie-laure.pilet-nayel@inrae.fr](mailto:marie-laure.pilet-nayel@inrae.fr);

*English version follows French version*

### *Contexte scientifique et enjeux*

Le développement des légumineuses à graines est un enjeu majeur pour fournir des protéines en alimentation animale et humaine et limiter les apports azotés dans les rotations culturales. La relance de la culture du pois protéagineux est un enjeu majeur en France ; cependant, le pois, *Pisum sativum*, est sensible à de nombreux parasites qui limitent les rendements. Le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum*, provoque régulièrement des dégâts directs en se nourrissant des nutriments de la plante et des dégâts indirects en transmettant des virus phytopathogènes. Le réchauffement climatique favorise l'augmentation de la population de pucerons à un stade précoce et crucial du développement du pois. En outre, les dégâts causés par les pucerons devraient augmenter en raison de l'interdiction des pesticides en Europe. L'utilisation de variétés résistantes est une stratégie alternative crédible aux traitements par pesticides. Nous avons criblé une collection de génotypes de pois dans des conditions contrôlées en utilisant des jeunes plantes de pois et nous avons identifié des génotypes partiellement résistants à *A. pisum* (Ollivier et al. 2022). Le niveau de résistance de ces génotypes à *A. pisum* en condition naturelle au champ est inconnue.

### *Objectif et plan de recherche*

Pour examiner en conditions naturelles le niveau de résistance aux pucerons des génotypes de pois sélectionnés, des essais au champ ont été réalisés sur trois lieux {Le Rheu (35), Ouest ; Mons (80), Nord ; Liposthey (40), Sud-Ouest}, dans le cadre d'un projet collaboratif entre l'INRAE, Terres Inovia et l'UNILET en 2022, et une autre série d'essais sur ces lieux est prévue en 2023. En 2022, nous avons réalisé des essais au champ de quatre génotypes (trois résistants, un sensible) identifiés lors du criblage de la collection de pois étudiée dans Ollivier et al (2022), ainsi que de deux variétés commerciales. Dans ces essais, les plantes de pois ont été récoltées et les pucerons sur les plantes ont été comptés une fois par semaine pendant six semaines. Le même essai sera réalisé en 2023 pour consolider les résultats et les comparer à ceux obtenus en condition contrôlée.

La résistance des géotypes de pois aux pucerons a été initialement évaluée en condition contrôlée avec des plantes âgées de trois semaines (Ollivier et al, 2022). Au champ, l'infestation de pucerons peut se produire plus tôt ou plus tard qu'au moment où les plantes atteignent l'âge de trois semaines. Ainsi, l'effet de l'âge des plantes sur l'interaction entre le pois et le puceron peut également être un facteur important à examiner pour évaluer l'expression de la résistance aux pucerons dans l'environnement complexe du champ. Par conséquent, ce projet vise également à tester le niveau de résistance de géotypes de pois sélectionnés, à trois âges différents (1, 2, 3 semaines) de la plante en conditions contrôlées.

En résumé, les objectifs de ce projet sont

1. Participer au suivi de l'un des essais au champ (site du Rheu) des géotypes de pois sélectionnés (mars-juin 2023).
2. Analyser les résultats des essais au champ réalisés en 2022 et 2023 sur les trois sites en France.
3. Évaluer l'effet de l'âge de la plante sur le niveau de résistance aux pucerons des géotypes sélectionnés, en condition contrôlée.

#### **Techniques mises en oeuvre :**

- Expérimentation insecte au champ (dispositif expérimental, suivi d'essai, prélèvements, notations)
- Test de performance des pucerons sur le pois en conditions contrôlées.
- Analyse statistique des données sous R (modèles linéaire/mixte d'analyse de variance, analyses d'interactions géotype\*environnement)

### ***Résultats attendus***

- évaluation de la résistance aux pucerons de six géotypes de pois sur trois sites en deux ans.
- évaluation de la résistance aux pucerons de six géotypes de pois de différents âges (1, 2, 3 semaines) en condition contrôlée.

#### Reference :

Ollivier R, Glory I, Cloteau R, Le Gallic JF, Denis G, Morlière S, Miteul H, Rivière JP, Lesné A, Klein A, Aubert G, Kreplak J, Burstin J, Pilet-Nayel ML, Simon JC, Sugio A. A major-effect genetic locus, *ApRVII*, controlling resistance against both adapted and non-adapted aphid biotypes in pea. *Theor Appl Genet.* 2022 May;135(5):1511-1528. doi: 10.1007/s00122-022-04050-x

### ***Sélection de 5 publications du laboratoire*** (\*contributions égales)

Ollivier R, Glory I, Cloteau R, Le Gallic JF, Denis G, Morlière S, Miteul H, Rivière JP, Lesné A, Klein A, Aubert G, Kreplak J, Burstin J, Pilet-Nayel ML\*, Simon JC\*, Sugio A\*. A major-effect genetic locus, *ApRVII*, controlling resistance against both adapted and non-adapted aphid biotypes in pea. (2022). [Theor Appl Genet.](https://doi.org/10.1007/s00122-022-04050-x) 135(5):1511-1528. doi: 10.1007/s00122-022-04050-x.

Aubert G., Kreplak J., Leveugle M., Duborjal H., Klein A., Boucherot K., Vieille E., Chabert-Martinello M., Cruaud C., Bourion V., Lejeune-Hénaut I., Pilet-Nayel M. L., Francillonne N., Tayeh N., Pichon J. P., Rivière N., & Burstin J. (2022). SNP discovery by exome capture and resequencing in a pea genetic resource collection. *bioRxiv*, on line, 2022.2008.2003.502586. <https://doi.org/10.1101/2022.08.03.502586>

Desgroux A, L'Anthoëne V, Roux-Duparque M, Rivière J-P, Aubert G, Tayeh N, Moussart A, Mangin P, Vetel P, Piriou C, McGee RJ, Coyne CJ, Burstin J, Baranger A, Manzanares-Dauleux M, Bourion V, Pilet-Nayel M-L (2016). Genome-wide association mapping of partial resistance to *Aphanomyces euteiches* in pea. [BMC Genomics](https://doi.org/10.1186/s12864-016-0912-4), 17:124

González MG, Simon JC, Sugio A, Ameline A, Cherqui A. Aphid Resistance in Pisum Affects the Feeding Behavior of Pea-Adapted and Non-Pea-Adapted Biotypes of *Acyrtosiphon pisum* Differently. (2022) [Insects](https://doi.org/10.3390/insects13030268). 8;13(3):268. doi: 10.3390/insects13030268.

Shih PY, Sugio A, Simon JC. Molecular Mechanisms Underlying Host Plant Specificity in Aphids. (2022) [Annu Rev Entomol](https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120220-020526). doi: 10.1146/annurev-ento-120220-020526. Epub ahead of print.

**Candidatures :** envoyer CV, lettre de motivation, relevés de notes et contact de recommandation par email à Akiko SUGIO (akiko.sugio@inrae.fr) avant le 20 décembre 2022.

## **English version**

### **Scientific context and issues**

The development of grain legume is a major challenge for providing feed and food protein and limiting nitrogen applications in crop rotations. The revival of protein pea cultivation is a major challenge in France; however, pea, *Pisum sativum*, is susceptible to many parasites that limit yields. The pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, regularly causes direct damage by feeding on plant nutrients and indirect damage by transmitting phytopathogenic viruses. The global warming is enhancing the population increase of the aphid at earlier and crucial stage of *P. sativum* development. Further, the aphid damage is expected to increase due to the pesticide ban in Europe. The use of resistant varieties is a credible alternative strategy to pesticide treatments.

We have screened a collection of pea genotypes in a controlled condition using three-week old pea plants and identified the genotypes that are partially resistance to *A. pisum* (Ollivier et al. 2022). The resistance of these genotypes to *A. pisum* in natural condition is unknown.

### **Objective and research plan**

To examine the aphid-resistance level of the selected pea genotypes in natural conditions, field trials have been conducted in the three sites {Le Rheu (35), Ouest; Mons (80), Nord; Liposthey (40), Sud-Ouest} as a collaborative project between INRAE, Terres Inovia and Unilet in 2022, and another set of trials is planned in 2023. In 2022, we have conducted field assays of four genotypes (three resistant, one susceptible) identified in the screening of a pea collection (Ollivier et al. 2022) along with two commercially available genotypes. In these assays, pea plants were harvested and aphids on the plants were counted once in a week for six weeks. The same assay will be conducted in 2023 to consolidate the results and compare the results from that of a controlled condition.

The aphid-resistance of pea genotypes was initially evaluated in a controlled condition using three-week old plants. In the field, aphid infestation may occur earlier or later than the plants become three-week old. Therefore, the plant-age effect on pea-aphid interaction may be also an important factor to be examined to evaluate the pea resistance to the aphid in the field. Therefore, this project also aims to test the resistance level of selected pea genotypes in three different ages (1, 2, 3 weeks old) in a controlled condition.

In summary, the objectives of this project are

1. Participate in the field assay of selected pea genotypes in Le Rheu (March-June 2023)
2. Analyze the results of field assays conducted in 2022 and 2023 in three sites in France
3. Evaluate age-effect of aphid-resistance level of the selected genotypes in a controlled condition

### **Techniques used :**

- Insect experimentation in the field (experimental set-up, test follow-up, sampling, counting)
- Performance test of aphids on pea under controlled conditions.
- Statistical analysis of data with R (linear/mixed models of analysis of variance, analysis of genotype\*environment interactions)

### **Expected results**

- evaluation of aphid resistance of six pea genotypes in three sites in two years.
- evaluation of aphid resistance of six pea genotypes with different ages (1, 2, 3 weeks old) in a controlled condition

### **Reference :**

Ollivier R, Glory I, Cloteau R, Le Gallic JF, Denis G, Morlière S, Miteul H, Rivière JP, Lesné A, Klein A, Aubert G, Kreplak J, Burstin J, Pilet-Nayel ML, Simon JC, Sugio A. A major-effect genetic locus, *ApRVII*, controlling resistance against both adapted and non-adapted aphid biotypes in pea. *Theor Appl Genet.* 2022 May;135(5):1511-1528. doi: 10.1007/s00122-022-04050-x.

## ***Selected 5 publications from the laboratory*** (\*equal contributions)

Ollivier R, Glory I, Cloteau R, Le Gallic JF, Denis G, Morlière S, Miteul H, Rivière JP, Lesné A, Klein A, Aubert G, Kreplak J, Burstin J, Pilet-Nayel ML\*, Simon JC\*, Sugio A\*. A major-effect genetic locus, *ApRVII*, controlling resistance against both adapted and non-adapted aphid biotypes in pea. (2022). *Theor Appl Genet*. 135(5):1511-1528. doi: 10.1007/s00122-022-04050-x.

Aubert G., Kreplak J., Leveugle M., Duborjal H., Klein A., Boucherot K., Vieille E., Chabert-Martinello M., Cruaud C., Bourion V., Lejeune-Hénaut I., Pilet-Nayel M. L., Francillonne N., Tayeh N., Pichon J. P., Rivière N., & Burstin J. (2022). SNP discovery by exome capture and resequencing in a pea genetic resource collection. bioRxiv, on line, 2022.2008.2003.502586. <https://doi.org/10.1101/2022.08.03.502586>

Desgroux A, L'Anthoëne V, Roux-Duparque M, Rivière J-P, Aubert G, Tayeh N, Moussart A, Mangin P, Vetel P, Piriou C, McGee RJ, Coyne CJ, Burstin J, Baranger A, Manzanares-Dauleux M, Bourion V, Pilet-Nayel M-L (2016). Genome-wide association mapping of partial resistance to *Aphanomyces euteiches* in pea. *BMC Genomics*, 17:124

González MG, Simon JC, Sugio A, Ameline A, Cherqui A. Aphid Resistance in Pisum Affects the Feeding Behavior of Pea-Adapted and Non-Pea-Adapted Biotypes of *Acyrtosiphon pisum* Differently. (2022) *Insects*. 8;13(3):268. doi: 10.3390/insects13030268.

Shih PY, Sugio A, Simon JC. Molecular Mechanisms Underlying Host Plant Specificity in Aphids. (2022) *Annu Rev Entomol*. doi: 10.1146/annurev-ento-120220-020526. Epub ahead of print.

**Applications:** send your CV, cover letter, transcripts (relevés de notes) and contact of referees by email to Akiko SUGIO (akiko.sugio@inrae.fr) before December 20, 2022.