

## **Sujet : Effets des microplastiques sur l'expression de gènes chez le moustique**

**Mots clés :** microplastiques, moustique, *Culex quinquefasciatus*, expression de gènes, transcriptomique

**Type de stage :** Master 2

**Dates et durée du stage :** 6 mois à partir de janvier 2025

### **Contexte scientifique :**

Les microplastiques peuvent être définis comme des billes, fragments ou fibres de plastiques de taille inférieure à 5 mm. Ils peuvent être d'origine primaire (c'est-à-dire conçus comme tel), ou secondaire, issus de la dégradation de macroplastiques. Ils constituent une pollution majeure car ils sont retrouvés dans tous types d'environnements, dont les sites de pontes de moustiques vecteurs de maladies (Griffin et al., 2023). Chez les invertébrés aquatiques, les microplastiques peuvent s'accumuler et avoir des effets négatifs sur l'alimentation, la croissance, le développement, la reproduction ou la survie (Huang et al., 2021; Trestrail et al., 2020). Les microplastiques peuvent également affecter la composition du microbiote chez des organismes d'eau douce (Varg et al., 2022) et chez les moustiques (Edwards et al., 2023).

L'objectif du projet de recherche sur lequel nous travaillons est d'étudier les effets des microplastiques sur les traits d'histoire de vie du moustique *Culex quinquefasciatus* et sur sa capacité vectorielle à transmettre la malaria aviaire (*Plasmodium relictum*). Une des hypothèses est que les microplastiques pourraient affecter le cycle du plasmodium (dont la première phase se fait dans le tube digestif) en modifiant la composition du microbiote intestinal du moustique, connu pour jouer un rôle dans le développement du parasite (Boissière et al., 2012; Gabrieli et al., 2021). Le système immunitaire pourrait également être impliqué, étant un acteur majeur dans la régulation du microbiote et la défense contre les parasites comme le plasmodium (Cirimotich et al., 2010; Gabrieli et al., 2021; García-Longoria et al., 2023).

### **Objectif et description du stage :**

Ce stage consistera à analyser des données de transcriptomique de larves et femelles de moustiques exposés ou non aux microplastiques à l'état larvaire, pour identifier les gènes différentiellement exprimés, dont ceux du système immunitaire. Il s'agira dans un premier temps de concevoir un pipeline d'analyse sur la base de la littérature existante, puis d'appliquer ce pipeline aux données transcriptomiques à analyser. Ces résultats pourront également être comparés aux résultats en cours de collecte, tel que la composition du microbiote chez des larves et femelles exposés ou non aux microplastiques à l'état larvaire.

L'expression de gènes cibles, identifiés comme différentiellement exprimés, pourra également être évaluée par PCR quantitative sur des échantillons de *C. quinquefasciatus*, ou éventuellement d'*Aedes albopictus* (autre espèce de moustique vectrice de maladie).

### **Profil recherché :**

Ce stage est destiné à un.e étudiant.e de Master 2 en bioinformatique avec un intérêt pour le travail en laboratoire. Les compétences en biologie moléculaire pourront être acquises au cours du stage.

## Structure d'accueil :

Le stage aura lieu au sein de l'UMR MIVEGEC (Maladies Infectieuses et Vecteurs : Ecologie, Génétique, Evolution et Contrôle), située à Montpellier et encadré par Amandine Aviles, dans le cadre du projet de recherche de Claire Loiseau.

## Modalité de candidature :

Merci d'adresser votre CV et lettre de motivation à [amandine.aviles@umontpellier.fr](mailto:amandine.aviles@umontpellier.fr) d'ici le 4 novembre (pour des entretiens courant mi-novembre 2024).

## Références bibliographiques :

- Boissière, A., Tchioffo, M.T., Bachar, D., Abate, L., Marie, A., Nsango, S.E., Shahbazkia, H.R., Awono-Ambene, P.H., Levashina, E.A., Christen, R., Morlais, I., 2012. Midgut Microbiota of the Malaria Mosquito Vector *Anopheles gambiae* and Interactions with *Plasmodium falciparum* Infection. *PLoS Pathog* 8, e1002742. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002742>
- Cirimotich, C.M., Dong, Y., Garver, L.S., Sim, S., Dimopoulos, G., 2010. Mosquito immune defenses against *Plasmodium* infection. *Developmental & Comparative Immunology* 34, 387–395. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2009.12.005>
- Edwards, C.-C., McConnel, G., Ramos, D., Gurrola-Mares, Y., Arole, K.D., Green, M.J., Cañas-Carrell, J.E., Brelsfoard, C.L., 2023. Microplastic ingestion perturbs the microbiome of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (preprint). In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2535203/v1>
- Gabrieli, P., Caccia, S., Varotto-Boccazzi, I., Arnoldi, I., Barbieri, G., Comandatore, F., Epis, S., 2021. Mosquito Trilogy: Microbiota, Immunity and Pathogens, and Their Implications for the Control of Disease Transmission. *Front. Microbiol.* 12, 630438. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.630438>
- García-Longoria, L., Ahrén, D., Berthomieu, A., Kalbskopf, V., Rivero, A., Hellgren, O., 2023. Immune gene expression in the mosquito vector *Culex quinquefasciatus* during an avian malaria infection. *Molecular Ecology* 32, 904–919. <https://doi.org/10.1111/mec.16799>
- Griffin, C.D., Tominiko, C., Medeiros, M.C.I., Walguarnery, J.W., 2023. Microplastic pollution differentially affects development of disease-vectoring *Aedes* and *Culex* mosquitoes. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 267, 115639. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115639>
- Huang, W., Song, B., Liang, J., Niu, Q., Zeng, G., Shen, M., Deng, J., Luo, Y., Wen, X., Zhang, Y., 2021. Microplastics and associated contaminants in the aquatic environment: A review on their ecotoxicological effects, trophic transfer, and potential impacts to human health. *Journal of Hazardous Materials* 405, 124187. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124187>
- Loiseau, C., Sorci, G., 2022. Can microplastics facilitate the emergence of infectious diseases? *Science of The Total Environment* 823, 153694. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153694>
- Trestrail, C., Nugegoda, D., Shimeta, J., 2020. Invertebrate responses to microplastic ingestion: Reviewing the role of the antioxidant system. *Science of The Total Environment* 734, 138559. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138559>
- Varg, J.E., Outomuro, D., Kunce, W., Kuehrer, L., Svanbäck, R., Johansson, F., 2022. Microplastic exposure across trophic levels: effects on the host–microbiota of freshwater organisms. *Environmental Microbiome* 17, 36. <https://doi.org/10.1186/s40793-022-00429-x>

## **Title: Effects of microplastic on gene expressions in mosquitoes**

**Keywords :** microplastics, mosquitoes, *Culex quinquefasciatus*, gene expressions, transcriptomics

**Type of internship:** for master 2 student

**Date and duration:** 6 months from January 2025

### **Scientific context:**

Microplastics can be defined as beads, fragments or fibers of plastics, smaller than 5 mm. They can have a primary origin (if they were conceived as such), or a secondary origin, if they result from the degradation of macroplastics. Microplastics are a major pollution as they are found everywhere, including in mosquitoes laying sites (Griffin et al., 2023). In aquatic invertebrates, microplastics can accumulate and have negative effects on feeding, growth, development, reproduction or survival (Huang et al., 2021; Trestrail et al., 2020). Microplastics can also affect the microbiota composition in freshwater organisms (Varg et al., 2022) and in mosquitoes (Edwards et al., 2023).

The aim of our research project is to study the effects of microplastics on the mosquito *Culex quinquefasciatus* life traits and vectorial capacity of transmitting avian malaria (*Plasmodium relictum*). One of the hypotheses is that microplastics would affect the plasmodium cycle (which first step takes place in the gut) by altering mosquitoes' gut microbiota, known to take a part in the parasite development (Boissière et al., 2012; Gabrieli et al., 2021). The immune system may also be involved, as it is a major actor in the regulation of microbiota and the defense against parasites like the plasmodium (Cirimotich et al., 2010; Gabrieli et al., 2021; García-Longoria et al., 2023).

### **Aim and description of the internship:**

This internship will consist in the analysis of transcriptomic data collected on mosquito larvae and females exposed or not to microplastics at the larval stage, to identify differentially expressed genes, including those from the immune system. The first step will be to conceive a pipeline using the literature, and to apply this pipeline to the transcriptomic dataset. Those results may also be compared to results currently being processed in the project, of which the microbiota composition in larvae and females exposed or not to microplastics at the larval stage.

The expression of targeted genes, identified as differentially expressed, may also be assessed through quantitative PCR on samples from *C. quinquefasciatus* or possibly *Aedes albopictus* (another mosquito species and disease vector).

### **Requirements:**

This internship is made for a Master 2 student in bioinformatics, also interested in working in the laboratory. Skills in molecular biology may be acquired during the internship.

### **Hosting structure:**

The internship will take place at the Mivegec UMR (Infectious diseases and Vectors: Ecology, Genetic, Evolution and Control), in Montpellier, France, under the supervision of Amandine Aviles, in the frame of a research project led by Claire Loiseau.

## Application:

Please send a CV and motivation letter to [amandine.aviles@umontpellier.fr](mailto:amandine.aviles@umontpellier.fr) before November 4<sup>th</sup> (for interviews taking place mid-November 2024).

## Bibliography:

- Boissière, A., Tchioffo, M.T., Bachar, D., Abate, L., Marie, A., Nsango, S.E., Shahbazkia, H.R., Awono-Ambene, P.H., Levashina, E.A., Christen, R., Morlais, I., 2012. Midgut Microbiota of the Malaria Mosquito Vector *Anopheles gambiae* and Interactions with *Plasmodium falciparum* Infection. *PLoS Pathog* 8, e1002742. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002742>
- Cirimotich, C.M., Dong, Y., Garver, L.S., Sim, S., Dimopoulos, G., 2010. Mosquito immune defenses against *Plasmodium* infection. *Developmental & Comparative Immunology* 34, 387–395. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2009.12.005>
- Edwards, C.-C., McConnel, G., Ramos, D., Gurrola-Mares, Y., Arole, K.D., Green, M.J., Cañas-Carrell, J.E., Brelsfoard, C.L., 2023. Microplastic ingestion perturbs the microbiome of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (preprint). In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2535203/v1>
- Gabrieli, P., Caccia, S., Varotto-Bocazzi, I., Arnoldi, I., Barbieri, G., Comandatore, F., Epis, S., 2021. Mosquito Trilogy: Microbiota, Immunity and Pathogens, and Their Implications for the Control of Disease Transmission. *Front. Microbiol.* 12, 630438. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.630438>
- García-Longoria, L., Ahrén, D., Berthomieu, A., Kalbskopf, V., Rivero, A., Hellgren, O., 2023. Immune gene expression in the mosquito vector *Culex quinquefasciatus* during an avian malaria infection. *Molecular Ecology* 32, 904–919. <https://doi.org/10.1111/mec.16799>
- Griffin, C.D., Tominiko, C., Medeiros, M.C.I., Walguarnery, J.W., 2023. Microplastic pollution differentially affects development of disease-vectoring *Aedes* and *Culex* mosquitoes. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 267, 115639. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115639>
- Huang, W., Song, B., Liang, J., Niu, Q., Zeng, G., Shen, M., Deng, J., Luo, Y., Wen, X., Zhang, Y., 2021. Microplastics and associated contaminants in the aquatic environment: A review on their ecotoxicological effects, trophic transfer, and potential impacts to human health. *Journal of Hazardous Materials* 405, 124187. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124187>
- Loiseau, C., Sorci, G., 2022. Can microplastics facilitate the emergence of infectious diseases? *Science of The Total Environment* 823, 153694. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153694>
- Trestrail, C., Nugegoda, D., Shimeta, J., 2020. Invertebrate responses to microplastic ingestion: Reviewing the role of the antioxidant system. *Science of The Total Environment* 734, 138559. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138559>
- Varg, J.E., Outomuro, D., Kunce, W., Kuehrer, L., Svanbäck, R., Johansson, F., 2022. Microplastic exposure across trophic levels: effects on the host–microbiota of freshwater organisms. *Environmental Microbiome* 17, 36. <https://doi.org/10.1186/s40793-022-00429-x>