



- Proposition de stage Master 2 orienté recherche -

Variabilité intra- et interspécifique du contenu en gènes chez les récepteurs olfactifs des abeilles du genre *Apis*

Laboratoires d'accueil : UMR GenPhySE & UMR LRSV

Equipe : Equipe BeeGEES & EVO

Localisation du stage: Campus INRAE Occitanie-Toulouse (Castanet-Tolosan)

Supervision : Thibault Leroy (GenPhySE, thibault.leroy@inrae.fr) & Jean Keller (LRSV, jean.keller@cnrs.fr)

Contexte scientifique

La communication chimique, en particulier via la perception de différentes odeurs (composés organiques volatils des plantes, phéromones des reines, etc.), est essentielle au comportement de pollinisation et à de nombreux aspects de la biologie des abeilles à miel (santé du couvain, reproduction, socialité). Quelques rares études suggèrent que le nombre de récepteurs olfactifs des abeilles varie sensiblement à différentes échelles phylogénétiques [1–2]. Cependant, l'ampleur de cette variabilité et sa dynamique évolutive demeurent encore peu documentées. Grâce aux avancées récentes du séquençage à longues lectures et aux progrès des algorithmes d'annotation de gènes, il est désormais possible de mieux prédire le contenu en gènes des génomes et d'évaluer plus finement leur variabilité au sein des organismes et entre espèces proches. Ce projet s'appuie sur les fortes compétences des deux unités partenaires en génomique. L'UMR GenPhySE est notamment un acteur reconnu de la génomique des abeilles à miel, ayant contribué au reséquençage de près de 3 000 individus ainsi qu'à la production de génomes de référence de haute qualité, comme celui de l'abeille noire [3]. Au sein du LRSV, l'équipe EVO est reconnue pour les méthodes de phylogénomique intégrative ayant permis d'identifier des gènes et des éléments cis-régulateurs associés aux symbioses chez les plantes et les insectes.

1. Brand P, Ramírez S R. The Evolutionary Dynamics of the Odorant Receptor Gene Family in Corbiculate Bees, *Genome Biology and Evolution*, Volume 9, Issue 8, August 2017, Pages 2023–2036, <https://doi.org/10.1093/gbe/evx149>
2. Park, D., Jung, J.W., Choi, BS. *et al.* Uncovering the novel characteristics of Asian honey bee, *Apis cerana*, by whole genome sequencing. *BMC Genomics* 16, 1 (2015). <https://doi.org/10.1186/1471-2164-16-1>
3. Eynard S, Klopp C, Canale-Tabet K, Marande *et al.* The black honey bee genome: insights on specific structural elements and a first step towards pan-genomes. *Genetics Selection Evolution*, 2023, 56 (1), pp.51. {10.1101/2023.12.06.570386}. {hal-04473386v2}

Objectifs du stage

Ce stage a pour objectif d’explorer la variabilité du contenu en gènes de récepteurs à partir d’au moins quatre assemblages de référence générés à l’aide de technologies de séquençage à longues lectures. Ces assemblages couvrent environ un million d’années de divergence évolutive au sein des abeilles à miel. Des assemblages supplémentaires issus de différentes espèces du genre *Apis*, représentant plus de 20 millions d’années de divergence, seront également intégrés à l’étude afin de couvrir une plus grande diversité.

Ce travail reposera sur une approche bioinformatique combinant plusieurs pipelines d’annotation du contenu en gènes (dont BRAKER), l’identification de gènes orthologues (dont OrthoFinder), ainsi que des analyses de synténie. Via des approches de phylogénétique ciblée, l’évolution du nombre de copies de gènes sera ensuite examinée afin de mieux comprendre les mécanismes et la dynamique de gain, perte et duplication de ces gènes pour interpréter cette éventuelle variation du nombre de copies au cours de l’évolution des espèces du genre *Apis*. Enfin, le stage visera à identifier des changements de pressions de sélections associés à certains clades de récepteurs.

Compétences recherchées et/ou Environnement & programmes principaux :

Environnement scientifique : fort intérêt pour la bioinformatique, la génomique, l’évolution, et éventuellement l’écologie des abeilles ou l’apiculture. Une forte curiosité scientifique est attendue. Une capacité à coder en bash, python et/ou R serait un plus, tout comme une connaissance basique de SLURM et Nextflow.

Période de stage et indemnité :

Le stage sera idéalement entre janvier et juillet 2027 avec possibilité d’ajustement sur la période mars à septembre suivant la disponibilité de l’étudiant·e. Une gratification de stage contractuelle est associée (INRAE: 4,35€/heure, soit ~600€/mois).

Modalités des candidatures :

Merci de faire parvenir un CV et une lettre de motivation à Thibault Leroy (thibault.leroy@inrae.fr) et Jean Keller (jean.keller@cnr.fr)