

---

## Offre de stage Master 2 à partir de février 2021

# DeepBeesAlert : vers un système de gestion et de protection durable des ressources de pollinisation

---

**Mots clé :** frelon asiatique, espèce invasive, déclin des abeilles, coût de prédation, agriculture numérique, deep learning, suivi d'insectes, vidéosurveillance, biodiversité

### Contexte et enjeux

Le frelon asiatique, redoutable prédateur d'insectes pollinisateurs, a été introduit accidentellement en France en 2004 et est rapidement devenu une espèce invasive en Europe. Sa cible favorite est l'abeille domestique, maillon essentiel de la biodiversité et pollinisateur principal de nombreuses cultures vivrières. En chassant à l'affût en vol stationnaire devant les ruches, ce frelon participe au syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles, au même titre que les pesticides, les parasites et le changement climatique. Le frelon asiatique entrave donc les services de pollinisation des abeilles, et par là outre toute une biodiversité, c'est l'agriculture et notre sécurité alimentaire qui sont menacées. Alors que les recherches engagées pour le contrôler sont multiples et pour l'instant peu écologiques, sa dynamique de vol et son comportement de prédation vis-à-vis de l'abeille domestique restent peu étudiés. Notamment on ne connaît pas les paramètres biotiques et abiotiques susceptibles d'influer sur sa trajectoire de vol et son succès de prédation. Par ailleurs, son impact sur les populations d'abeilles n'a jamais été précisément quantifié. Seize ans après son introduction, il est nécessaire de mettre au point une méthodologie fiable et automatisable comptabilisant les événements de prédation à l'entrée des ruches afin de quantifier l'impact du frelon sur les ruchers et analyser son évolution au cours du temps. Le traitement automatique de données acquises en masse à l'échelle du pays permettra d'évaluer le coût économique de ce prédateur et de connaître les types de ruchers les plus impactés et d'alerter sur les moments et conditions propices d'intervention ou de piégeage.

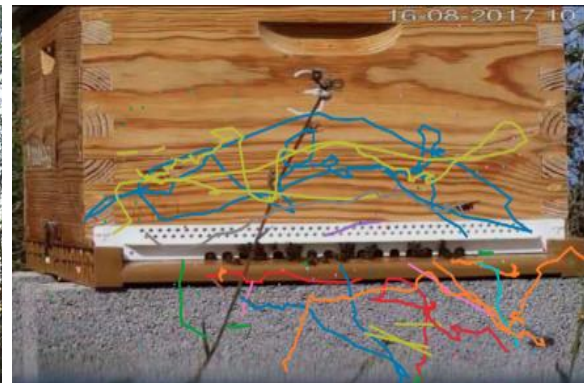
Le stage s'inscrit dans un projet d'Écologie appliquée en lien étroit avec l'Agriculture Numérique et l'Intelligence collective des territoires visant à développer d'une part des systèmes d'information au service de la gestion des ressources « fragiles et primordiales » que sont les abeilles, et d'autre part des connaissances fines permettant à terme de proposer aux apiculteurs et aux agriculteurs des moyens de lutte efficace contre ce nouveau prédateur afin de protéger les abeilles et de restaurer leurs capacités de pollinisation.

Il s'agit d'étudier le comportement des frelons et de dénombrer, de manière automatisée, à partir de données de vidéosurveillance sur les ruches le ratio captures/attaques dont sont victimes les abeilles au cours du temps et de tester si le taux de prédation des abeilles varie en fonction de l'année, de la saison, de l'heure de la journée, du nombre de frelons asiatiques ou européens et des conditions météorologiques. De 2016 à 2019, des ruches ont été équipées de caméras basse définition (BD 4M) ; des films pris en continu une journée par semaine pendant 4 mois de juillet à novembre de 2016 à 2018 totalisant plus de 360 heures d'acquisition ont pu être exploités avec

des résultats très encourageants pointant néanmoins des limites dans les solutions de détection et de suivi des insectes, liées aux trop faibles vitesses d'acquisition des caméras.



**Détection des objets** : les abeilles se regroupent pour protéger l'entrée de la ruche ; en bleu, les abeilles en vol, en orange les frelons, en rouge une capture d'abeille.



**Suivi des objets** : le suivi des objets au fil de la vidéo donne des trajectoires représentant le comportement des différents individus.

Depuis l'été 2020, les dispositifs initiaux ont été remplacés par des caméras Go Pro Hero9 produisant des vidéos en Ultra Haute Définition (UHD 4K) à des fréquences variant de 25 à 240 images/sec. Les données météorologiques sont disponibles pour ces journées (moyennes par heure) grâce à une station météorologique INRA implantée sur le site d'étude.

## Description du stage

Le stage consiste à évaluer la transposition aux données Haute Définition des solutions actuellement déployées sur les données Basse Définition, mettre en place et valider des méthodes de traitement automatique de détection de frelons et de captures d'abeille par couplage de Réseaux de Neurones Profonds et de suivi d'objets dans des vidéos à fréquence d'acquisition variable. L'étude engagée en 2020 [1] sur les données 2016-2019 a montré l'absence de publications sur des données à déplacement rapide et apparemment « erratique » : elle s'est concentrée sur le couplage du réseau YoloV4 et de l'outil de suivi V-OUI ; les résultats obtenus sont excellents sur certains jeux de données mais ont souligné une instabilité de la capacité de prédiction de la solution.

L'étudiant.e devra compléter les recherches bibliographiques en y intégrant les avancées significatives récentes des domaines connexes, en particulier celles du traitement des vidéos de trafics routiers ou de vol d'oiseaux, et réévaluer la pertinence des choix réalisés en 2020. Dans tous les cas, un réseau de neurones convolutif sera adapté à la détection spécifique des frelons et des captures d'abeilles pour des vidéos à haute voire ultra-haute résolution ; des scripts de «suivi» d'objets seront développés pour dénombrer correctement les frelons et les captures d'abeilles par vidéos afin de répondre aux premières questions thématiques ; enfin, un réseau de neurones récurrent sera utilisé pour caractériser, détecter et dénombrer les comportements (visites, attaques et captures) à partir des trajectoires produites par les scripts de suivi. L'étudiant.e devra évaluer les résultats produits par la solution retenue et analyser les erreurs de dénombrement mesurées pour améliorer le système proposé et permettre ainsi d'engager des études statistiques à large échelle visant à établir les corrélations entre prédation du frelon et facteurs environnementaux.

Ces travaux se feront sous environnement Ubuntu sur une machine équipée d'une carte GeForce RTX. L'étudiant.e devra prendre en considération les temps de traitement et proposer des optimisations pertinentes le cas échéant : une heure de vidéo représente de 90 000 à 860 00

images à traiter selon la fréquence d'acquisition, et débouche sur les problématiques propres au « big data ». L'annotation additionnelle reste à la charge de l'étudiant.e ; il s'agit d'un travail primordial et complexe pour l'apprentissage et la validation des réseaux (ici notamment pour « trouver » les scènes de captures dans les vidéos).

### **Profil recherché**

Le/la candidat.e sera issu.e d'un cursus Bac +5 en école d'ingénieur et/ou Master spécialisé en numérique et analyse de données comme typiquement le parcours BDC (Bioinformatique, connaissance et données) du Master SNS (Science et Numérique pour la Santé) de l'UM. Le/la candidat.e devra présenter un intérêt fort, voire des compétences avérées en analyse d'images (segmentation et classification) et méthodes de classification automatique (machine-learning ou deep-learning). La maîtrise de langages de programmation orientée objet (C++, Java) et/ou du langage de script (Python) seront nécessaires. Le/la stagiaire devra présenter une bonne autonomie et être force de proposition durant le stage.

### **Conditions de stage**

Début du stage à **partir de février 2021**, pour une durée de 5 à 6 mois. L'étudiant.e sera accueilli.e à Montpellier au sein de l'UMR Amap et encadré.e par Philippe Borianne (Cirad)[2] et Laurence Gaume (CNRS)[3]. Un appui méthodologique sera, si nécessaire, demandé à Gérard Subsol (Equipe-projet ICAR du LIRMM) avec qui l'équipe encadrante collabore régulièrement [4].

### **Candidature**

Il est demandé à chaque candidat.e d'envoyer un CV et une lettre de motivation (1 page) par email aux 2 co-encadrants (voir contacts). Une audition en présentielle ou par visioconférence sera ensuite organisée.

**Contacts :** [philippe.borianne@cirad.fr](mailto:philippe.borianne@cirad.fr) – [laurence.gaume@cirad.fr](mailto:laurence.gaume@cirad.fr)

### **Références :**

- [1] Lemièrre, L. (2020). DeepHornet : détection et caractérisation des attaques de frelons asiatiques aux abords immédiats des ruches. Rapport de master 2 (master 2 SIAD, ISIMA, Institut d'Informatique, Université Clermont Auvergne). Encadrement : P. Borianne et L. Gaume – Financement : AAP-M2\_KIM-Data&LifeScience, I-Site MUSE).
- [2] Borianne, P., Borne, F., Sarron, J., & Faye, E. (2019). Deep Mangoes: from fruit detection to cultivar identification in colour images of mango trees. *arXiv preprint arXiv:1909.10939*.
- [3] Gaume L, Gomez D, Villemant C, Le Conte Y, Delon J-L, et al. (2017) CARNIVESPA - Recherche de signaux visuels et olfactifs attirant spécifiquement le frelon asiatique chez une plante carnivore pour le développement d'un piège biomimétique - (Programme Investissements d'Avenir, ANR-16-IDEX-0006, I-Site MUSE): 13 pp.
- [4] Zegaoui, Y., Chaumont, M., Borianne, P., Subsol, G., Derras, M. (2019). First experiments of deep learning on LIDAR point clouds for classification of urban objects. IEE International Conference on Joint Urban Remote Sensing Event - JURSE (2019)