

DeepHornet : détection et caractérisation des attaques de frelons asiatiques aux abords immédiats des ruches.

Contexte

Le frelon asiatique, *Vespa velutina*, défraye la chronique depuis 2004, date à laquelle il a été observé pour la première fois en France[1]. Ce nouveau venu dans notre biodiversité, en provenance d'Asie, suscite de grosses inquiétudes, notamment auprès des apiculteurs, puisque sa cible favorite est l'abeille domestique, *Apis mellifera*, qu'il menace en tant que prédateur, participant au déclin de ses populations au même titre que les pesticides[2]. Aujourd'hui, il occupe le territoire français dans sa quasi-totalité ainsi que d'autres pays limitrophes[3-5] si bien qu'il a été ajouté à la liste européenne des espèces exotiques envahissantes à contrôler en priorité[6]. Son impact ne se résume pas à la filière apicole puisqu'en menaçant les abeilles, ce frelon menace aussi leurs services de pollinisation, c'est-à-dire nos écosystèmes, notre agriculture et donc notre sécurité alimentaire[7]. Alors que la recherche de solutions pour l'éradiquer, ou tout au moins le contrôler, reste, on ne peut plus, d'actualité[8-10], son impact réel de prédation sur les abeilles n'a jamais été précisément quantifié. Il a été évalué en Chine dans son pays d'origine[11] et en France peu après son introduction[12] sur un couple de ruches, ce qui a permis de montrer notamment que la pression de prédation augmente avec la saison et le cycle de vie du frelon. Plus de 10 ans après son introduction, il est nécessaire de mesurer à nouveau son impact et de tester s'il évolue en fonction des années, de l'heure de la journée ou des données météorologiques. En effet, ces données sont cruciales pour évaluer le coût économique de ce prédateur et connaître les moments & conditions propices d'intervention ou de piégeage.



Photo de ruche : Les abeilles forment une 'barbe' pour protéger l'entrée de la ruche ; en bleu, les abeilles en vol, en orange les frelons asiatiques en vol (stationnaire ou non), en rouge une abeille capturée par un frelon.

Le frelon asiatique se nourrit de nectar, de fruits et d'insectes[13] : les abeilles, riches en protéines occupent une place de choix dans l'alimentation de ses larves[14]. En été et en automne, les ouvrières de *V. velutina* se postent à l'entrée des ruches, en vol stationnaire. Elles intimident les butineuses qui n'osent plus sortir. C'est surtout lorsqu'une butineuse rentre à la ruche alourdie de pollen, qu'une ouvrière frelon se précipite et la capture avec ses mandibules, l'emmène sur une branche et la dépèce pour ne garder que le thorax qu'elle ramène au nid pour nourrir ses larves, sous forme d'une boulette. Les dégâts que ce frelon cause aux colonies sont à leur paroxysme à la fin de l'automne où il peut aller jusqu'à s'introduire dans la ruche après avoir considérablement affaibli la colonie.

Le sujet s'inscrit dans un projet visant à évaluer le taux de prédation d'abeilles domestiques par le frelon asiatique chez un petit rucher de moins de 10 ruches, et notamment à étudier le comportement des frelons aux abords des ruches et dénombrer le ratio captures / attaques dont sont victimes les abeilles au cours du temps. Des ruches ont été équipées de caméras MD (Moyenne Définition) : des films ont ainsi été pris en continu une journée par semaine pendant 4 mois de juillet à novembre en 2016, 2017 et 2018. Les données météo sont disponibles pour ces journées sur le site d'étude, ce qui permettra de mettre en évidence d'éventuelles corrélations entre l'activité de prédation du frelon et les conditions météorologiques. Les vidéos ont été (et sont toujours) analysées par des opérateurs humains qui dénombrent, dans la mesure du possible, les attaques de frelons et les captures d'abeilles.

Descriptif du stage

Le stage consiste à évaluer la transposition à ce cas d'étude des méthodes de traitement automatique de détection d'objets dans des vidéos à base de Réseaux de Neurones Profonds pour alléger le travail des opérateurs tout en fiabilisant les comptages. L'étudiant.e travaillera à partir de vidéos de 1920x1080 pixels acquises à une fréquence de 25 images / seconde (voir image ci-jointe). Il abordera les points suivants :

1. **Etude bibliographique approfondie** : très peu de publications rendent compte des travaux engagés sur ce domaine (Lin et al. 2018) ; l'étudiant.e devra donc porter son attention sur le domaine connexe du traitement des vidéos de trafics routiers, et identifier les réseaux de neurones les plus à même de donner de bons résultats ;
2. **Déploiement / expérimentation** : dans l'idéal, deux réseaux suivant des stratégies très différentes seront déployés, entraînés et comparés : le réseau convolutif Faster-RCNN[15-17] et le réseau récurrent MAM-RNN[18]. Ces déploiements se feront sous environnement Linux sur une machine équipée d'une Quadro P5000 ; *l'étudiant.e devra prendre en considération les temps de traitement et proposer des optimisations pertinentes le cas échéant : une heure de vidéo représente au bas mot 90 000 images, 360 heures ont déjà été acquises.*
3. **Annotations et synthèse d'image** : l'annotation reste un travail primordial pour l'apprentissage et la validation des réseaux ; il s'agit ici d'une étape complexe, notamment pour « trouver » les scènes de captures dans les vidéos. L'entraînement à partir d'images de synthèse obtenues par combinaison de représentations de frelons et d'abeilles devra être abordé.
4. **Suivi des détections** : l'étudiant.e abordera enfin le suivi des différents objets d'une image à l'autre afin d'affiner le comptage de captures et de distinguer les attaques de frelons des vols « inoffensifs ».

Pour les aspects « Traitement Vidéo », ce travail sera encadré par le groupe Image de l'unité qui développe depuis quelques années ses compétences en Réseaux de Neurones[19-21] et en synthèse.

Durée souhaitée du stage : 3 à 4 mois entre Avril et Octobre 2019

Profil recherché : Le profil requis de l'étudiant(e) correspond préférentiellement aux formations informatiques ou bio-informatique BAC+4 / BAC+5. Le/la candidat(e) devra présenter un intérêt pour l'analyse d'image, le machine learning et les réseaux de neurones profonds. Des connaissances en programmation orientée objet (C++, Java) et en langage de script (Python) sont souhaitées.

Informations complémentaires : Le/la stagiaire sera basé(e) à Montpellier à l'UMR AMAP – [botAnique et Modélisation de l'Architecture des Plantes et des végétations](#) du CIRAD. Il/elle sera accueilli.e au sein du groupe I2P et encadré.e par Frédéric BORNE (frederic.borne@cirad.fr) et Philippe BORIANNE (philippe.borianne@cirad.fr) pour la partie informatique et Laurence GAUME (lgaume@cirad.fr) pour l'aspect biologique.

Indemnités de stage : environ 580 €/mois + accès cantine CIRAD.

Candidature : Il est demandé à chaque candidat(e) de fournir un CV et une lettre de motivation (1 page max) par email aux encadrants. Une audition en présentielle ou par skype se tiendra d'ici fin Mars.

1. Haxaire J, Bouguet J-P, Tamisier j-P (2006) *Vespa velutina*, Lepeletier, 1836, une redoutable nouveauté pour la faune de France (Hym., Vespidae). Bulletin de la Société entomologique de France 111: 194.
2. Monceau K, Bonnard O, Thiéry D (2013) *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. Journal of Pest Science 87: 1-16.
3. Arca M, Mougél F, Guillemaud T, Dupas S, Rome Q, et al. (2015) Reconstructing the invasion and the demographic history of the yellow-legged hornet, *Vespa velutina*, in Europe. Biological Invasions 17: 2357-2371.
4. Villemant C, Barbet-Massin M, Perrard A, Muller F, Gargominy O, et al. (2011) Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking Yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents with niche models. Biological Conservation 144: 2142-2150.
5. Rome Q, Villemant C (2018) Le Frelon asiatique *Vespa velutina* - Inventaire national du Patrimoine naturel. Muséum national d'Histoire naturelle [Ed] Site Web <http://frelonasiatique.mnhn.fr>.
6. Santarem F (2016) Pollinators: Europe must block hornet invasion. Nature 532: 177-177.
7. Gallai N, Salles J-M, Settele J, Vaissière BE (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics 68: 810-821.
8. Rojas-Nossa SV, Novoa N, Serrano A, Calviño-Cancela M (2018) Performance of baited traps used as control tools for the invasive hornet *Vespa velutina* and their impact on non-target insects. Apidologie 49: 872-885
9. Kishi S, Goka K (2017) Review of the invasive yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae), in Japan and its possible chemical control. Applied Entomology and Zoology 52: 361-368.
10. 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 - ANR-I-Site-MUSE - Montpellier Université d'Excellence: 13 pp.

11. Tan K, Radloff SE, Li JJ, Hepburn HR, Yang MX, et al. (2007) Bee-hawking by the wasp, *Vespa velutina*, on the honeybees *Apis cerana* and *A. mellifera*. *Naturwissenschaften* 94: 469-472.
12. Monceau K, Arca M, Leprêtre L, Mougél F, Bonnard O, et al. (2013) Native prey and invasive predator patterns of foraging activity: the case of the yellow-legged hornet predation at European honeybee hives. *Plos One* 8: e66492.
13. Villemant C, Muller F, Haubois S, Perrard A, Darrouzet E, et al. (2011) Bilan des travaux (MNHN et IRBI) sur l'invasion en France de *Vespa velutina*, le frelon asiatique prédateur d'abeilles. In: Barbançon J-M, L'Hostis M, editors. Journée Scientifique Apicole. Nantes ONIRIS-FNOSAD. pp. 3-12.
14. Perrard A, Haxaire J, Rortais A, Villemant C (2009) Observations on the colony activity of the Asian hornet *Vespa velutina* Lepeletier 1836 (Hymenoptera: Vespidae: Vespinae) in France. *Ann soc entomol Fr* 45: 119-127.
15. Girshick, R. (2015). Fast r cnn. In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision (pp. 1440-1448)
16. Espinosa, J. E., Velastin, S. A., & Branch, J. W. (2018). Motorcycle detection and classification in urban Scenarios using a model based on Faster R-CNN. 9th International Conference on Pattern Recognition Systems, ICPRS-18, 22-24 May 2018, Valparaíso, Chile, IET Digital Library
17. Huang, T. (2018). Traffic speed estimation from surveillance video data. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (pp. 161-165).
18. Li, X., Zhao, B., & Lu, X. (2017, August). MAM-RNN: Multi-level Attention Model Based RNN for Video Captioning. In IJCAI (pp. 2208-2214).
19. Borianne P., Sarron J., Borne F., Faye E. (2019) Deep Mangoes: from fruit detection to cultivar identification in color images of mango trees. DISP '19, International Conference on Digital Image and Signal Processing Oxford, United Kingdom ISBN: 978-1-912532-09-4.
20. Viennois G., Borne F., Jaeger M., Borianne P. 2018. Quelle vérité terrain pour les réseaux de neurones en imagerie drone ? Application à la détection de palmier *Raphia* en forêts au Gabon. Marne-la-Vallée : s.n., 3 p. Conférence Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 2018-06-26/2018-06-27, Marne-la-Vallée (France).
21. Zegaoui Y., Chaumont M., Subsol G., Borianne P., Derras M. 2018. First Experiments of Deep Learning on LiDAR Point Clouds for Classification of Urban Objects. Marne-la-Vallée : s.n., 3 p. Conférence Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 2018-06-26/2018-06-27, Marne-la-Vallée (France).