

**Université de technologie de Compiègne - Proposition de thèse**

1 <sup>re</sup> partie : Fiche scientifique	
Intitulé de la thèse	<b>Suivi d'une cible dynamique par imagerie acoustique embarquée sur un drone autonome : application sur la détection de nids de frelons</b>
Type de financement	Contrat doctoral sur allocation Ministère
Laboratoire d'accueil	UMR UTC-CNRS 7253 Heudiasyc, équipe SyRI <a href="https://www.hds.utc.fr/recherche/equipes-de-recherche/syri-systemes-robotiques-en-interaction.htm">https://www.hds.utc.fr/recherche/equipes-de-recherche/syri-systemes-robotiques-en-interaction.htm</a>
Directeur(s) de thèse	Pedro Castillo, CR CNRS (HDR), laboratoire Heudiasyc Jean Daniel Chazot, MCF (HDR), laboratoire Roberval
Domaines de compétence	Informatique, électronique, Sciences pour l'ingénieur
Description du sujet de thèse	<p>Le frelon asiatique (<i>Vespa Velutina</i>) fait partie de la liste réglementaire des 26 espèces exotiques envahissantes animales préoccupantes pour l'Union européenne. Arrivé en France en 2004, il est maintenant implanté dans toutes les régions et dans plusieurs pays d'Europe. Nuisible et dangereux, il menace les écosystèmes, et affaiblit les colonies d'abeilles déjà impactées par le varroa et les pesticides.</p> <p>Pour endiguer cette menace, nous proposons de développer une méthode dynamique de détection des nids de frelons asiatiques pour pouvoir les éliminer le plus tôt possible. L'idée est de concevoir un système aérien, instrumenté d'un système d'imagerie acoustique basée sur des capteurs miniaturisés, capable de suivre de façon autonome des frelons que seront équipés d'un haut-parleur miniature.</p> <p>Plusieurs étapes clés sont nécessaires dans ce travail. Nous proposons comme objectifs principaux de ce sujet de thèse l'implémentation d'un système acoustique sur le drone et la conception d'un algorithme de navigation robuste adapté au drone aérien, pour réaliser le suivi autonome de frelons en utilisant des mesures acoustiques en temps réel.</p> <p>Les défis scientifiques seront donc la conception d'un algorithme de commande robuste bio-inspiré pour assurer le suivi du frelon, et la synthèse d'un schéma observateur-prédicteur pour estimer et atténuer la perte temporaire des signaux acoustiques et garantir le suivi des signaux et par conséquent de la cible.</p> <p>La méthodologie à utiliser sera le schéma de contrôle multi-couches. Notre idée est que chaque couche peut prendre en compte ou résoudre une partie du défi, de sorte que chaque couche peut être utilisée également, indépendamment, pour d'autres missions ou applications.</p> <p>Dans la synthèse de la loi de commande il faudra prendre en compte différents problèmes rencontrés lors du suivi des frelons comme les conditions météorologiques (rafales du vent), et l'évitement des obstacles si nécessaire. Pour résoudre cette problématique, il faudra concevoir des schémas adaptatifs, réactifs et robustes qui viendront améliorer l'algorithme proposé.</p> <p>Le suivi du frelon se fera en utilisant des signaux acoustiques, donc il faudra prévoir la conception d'une couche prédictive (observateurs) pour faire face aux problèmes de la perte temporaire des signaux acoustiques et continuer à assurer le suivi du frelon.</p> <p>Une station au sol permettra de visualiser les états du drone, et aussi les images captées par la caméra frontale du drone pour les analyser et/ou adapter la mission si nécessaire. Cette station au sol permettra aussi de localiser en tout moment le drone et une fois le nid localisé, l'information (localisation) sera enregistrée pour une vérification en site.</p>

	Cette thèse se fera en collaboration entre deux laboratoires : Roberval pour la partie imagerie acoustique en temps réel et Heudiasyc pour la partie drone autonome.
Mots clés	Commande réactive non linéaire, schéma commande-observateur, filtre de Kalman, imagerie acoustique temps réel, débruitage, poursuite
Profil et compétences du candidat	Compétences en commande automatique, robotique ou mécatronique. Connaissances en acoustique, traitement du signal, en programmation C++ et linux sont fortement appréciées
Date de début de la thèse	Octobre 2021
Lieu de travail de thèse	Université de technologie de Compiègne, laboratoire Heudiasyc

<b>2<sup>e</sup> partie : Fiche de poste</b>	
Durée	36 mois
Possibilité missions complémentaires	Enseignement possible
Laboratoire d'accueil	<p>Heudiasyc est une unité mixte de recherche associant l'UTC et le CNRS (UMR 7253 CNRS/UTC). Elle mène une recherche pluridisciplinaire centrée sur les sciences et technologies de l'information, incluant l'apprentissage, le raisonnement incertain, la recherche opérationnelle, les réseaux, la robotique, l'automatique et l'ingénierie des connaissances.</p> <p>Les activités d'Heudiasyc sont fondées sur la synergie entre recherche amont et recherche technologique, pour répondre aux grands enjeux de la société dans le domaine des sciences de l'information et ceci en étroite collaboration avec des partenaires métiers, notamment industriels.</p>
Moyens matériels	<p>Bureau collectif (4 doctorants), ordinateur fixe ou portable; moyens de calcul GPU du laboratoire et du CNRS.</p> <p>Le laboratoire Heudiasyc dispose d'une importante plateforme expérimentale disponible pour la réalisation du projet, comprenant du matériel pour le développement, des prototypes de drones aériens, du matériel pour le système embarqué, deux arènes de vol (interne et externe), des systèmes de mesure de position ; le laboratoire Roberval mettra à disposition des capteurs acoustiques et une chambre anéchoïque.</p>
Moyens humains	42 EC, 14 BIATSS/ITA, 47 doctorants, 1 post-doc
Moyens financiers	Le projet bénéficiera des budgets de fonctionnement de projets en cours et aussi d'une participation des équipes pour les frais de fonctionnement (conférences, missions, etc.)
Modalités de travail	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'étudiant doit être autonome et critique de son travail.</li> <li>• Réunion hebdomadaires</li> <li>• Séminaires avec les autres étudiants de l'équipe.</li> <li>• L'étudiant devra être curieux sur les aspects acoustiques et sur les aspects drones.</li> </ul>
Projet de recherche lié à cette thèse	Différents projets sont envisagés liés à la détection de nids de frelons.
Collaboration(s) nationale(s)	Alliance Sorbonne Universités – Paris (équipe acoustique du projet Mégamicros de Jean-Le-Rond-d'Alembert).
Collaboration(s) internationale(s)	
Thèse en cotutelle internationale	non
Coordonnées de la personne à contacter	Pedro CASTILLO - <a href="mailto:castillo@hds.utc.fr">castillo@hds.utc.fr</a> (laboratoire Heudiasyc) Jean Daniel CHAZOT - <a href="mailto:jean-daniel.chazot@utc.fr">jean-daniel.chazot@utc.fr</a> (laboratoire Roberval)

**Contactez d'abord le directeur de thèse** avant de renseigner  
un dossier de candidature en ligne sur <https://webapplis.utc.fr/admissions/doctorants/accueil.jsf>

**Université de technologie de Compiègne – Thesis proposal**

<b>Part 1: Scientific sheet</b>	
Thesis proposal title	<b>Autonomous tracking of a dynamic target by onboard acoustic imagery using an aerial drone: application on the detection of hornet nests</b>
PhD grant	Doctoral work contract based on a Ministry of Research Grant
Research laboratory	<p>unité de recherche : Heudiasyc UMR CNRS 7253 research team: SyRI web site: <a href="https://www.hds.utc.fr">https://www.hds.utc.fr</a></p> <p>unité de recherche : Roberval research team : Acoustique et Vibration web site : <a href="https://roberval.utc.fr/">https://roberval.utc.fr/</a></p>
Thesis supervisor(s)	Pedro Castillo – CR CNRS – HDR Jean Daniel Chazot – MdC HDR – Laboratoire Roberval
Scientific domain(s)	Computer science and information technologies Science and technology Control, electronic
Research work	<p>The Asian hornet (<i>Vespa Velutina</i>) is on the regulatory list of 26 invasive alien animal species of concern for the European Union. Arrived in France in 2004, it is now established in all regions and in several European countries. Harmful and dangerous, it threatens ecosystems and weakens bee colonies already impacted by varroa mites and pesticides.</p> <p>The detection of hornet nests is not an easy task and to contain this threat, we propose to develop a dynamic method for detecting Asian hornet nests in order to eliminate them once they detected. The idea is to develop an aerial system, equipped with an acoustic imaging system based on miniaturized sensors, capable of autonomously tracking hornets that will be equipped with a miniature loudspeaker.</p> <p>Several key steps are necessary in this work. We propose in this PhD proposal as main objectives : the implementation of an acoustic system on the drone and the design of its robust navigation algorithm to autonomously tracking hornets using acoustic measurements in real time</p> <p>Therefore, the scientific challenges will be : the design of a bio-inspired robust control algorithm to ensure the following of the hornet and the design of an observer-predictor scheme to estimate and mitigate the temporary loss of acoustic signals and guarantee the tracking of signals and consequently of the target.</p> <p>The methodology to be used will be the multi-layer control scheme. Our idea is that each layer can take into account or solve part of the challenge, so that each layer can be used independently for other missions or applications as well.</p> <p>In the design of the control law, it will be necessary to take into account several problems encountered when tracking hornets such as weather conditions (wind gusts), and obstacle avoidance, if necessary. To solve this problem, the controller must contain adaptive, reactive and robust properties.</p> <p>The hornet's tracking will be done using acoustic signals; therefore, it will be necessary to design a predictive layer (observers) to deal with the problems of the temporary loss of acoustic signals in order to guarantee the tracking of the hornet.</p> <p>A ground station will be used to drawing and monitoring the states of the drone and also to visualize the images captured by the front camera of the drone to analyze them and/or adapt the mission, if necessary. This ground station will also allow the drone to be located at any time and once the nest has been located, the information (location) will be recorded for on-site verification.</p> <p>This thesis will be done in collaboration between two laboratories: Roberval for the real-time acoustic imagery part and Heudiasyc for the autonomous drone part.</p>

Key words	Nonlinear control, reactive control, control-observer schemes, Kalman filter, acoustic imagery, real time, pursuit, denoising
Requirements	Skills in automatic control, robotics or mechatronics. Knowledge in acoustics, signal processing, C ++ and Linux programming is highly appreciated
Starting time	September / October 2021
Location	Heudiasyc Laboratory, Compiègne, France

<b>Part 2: Job description</b>	
Duration	36 months
Additional missions available	teaching
Research laboratory	The student will benefit from the results of the group working on the drone activity and the expertise of the Roberval laboratory on acoustic imagery.
Material resources	Office, computer, UTC network, coffee room. Unit resources: equipment for developing a platform, aerial drone prototypes, equipment for the on-board system, internal and external flight room tests, position measurement system, acoustic sensors, anechoic chamber.
Human resources	(academics : 42, staff : 14, PhD students : 47, postdoctoral fellows : 1)
Financial resources	The thesis proposal will benefit from the fundings of ROBERVAL and of the SYRI team of HEUDIASYC for operating expenses (conferences, missions, etc)
Working conditions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The student must be autonomous and critical of his work.</li> <li>• Weekly meetings</li> <li>• Seminars with the other students of the team.</li> <li>• The student should be curious about the acoustic aspects and the drone aspects.</li> </ul>
Research project	Several research projects are being considered related to the detection of hornet nests.
National collaborations	Alliance Sorbonne Universités – Paris (acoustic team of the project Mégamicros of Jean-Le-Rond-d'Alembert).
International collaborations	
International cosupervision (cotutelle)	No
Contact	Pedro CASTILLO - <a href="mailto:castillo@hds.utc.fr">castillo@hds.utc.fr</a> - Lab. Heudiasyc Jean Daniel CHAZOT - <a href="mailto:jean-daniel.chazot@utc.fr">jean-daniel.chazot@utc.fr</a> - Lab. Roberval

**Please contact first the thesis supervisor** before applying online on <https://webapplis.utc.fr/admissions/doctorants/accueil.jsf>