

Soutenance de thèse

Matthieu VERDOUCQ soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'ENAC et intitulée «*Contrôle bio-inspiré des mouvements collectifs d'un essaim de drones et applications à des scénarios opérationnels*»

Le 8 mars 2024 à 13h30, amphi Boucher, ENAC, 7 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse

devant le jury composé de

| | | |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Mme Sabine HAUERT | University of Bristol | Rapporteuse |
| M. Franck RUFFIER | CNRS/ISM | Rapporteur |
| Mme Aurélie DUPONT | CNRS/LIPhy | |
| Mme Marie-Pierre GLEIZES | Université Paul Sabatier Toulouse | |
| M. Gautier HATTENBERGER | ENAC | Co-directeur de thèse |
| M. Guy THERAULAZ | CNRS/CRCA | Directeur de thèse |

Résumé : La thèse, intitulée "Contrôle bio-inspiré d'un essaim de drones pour le mouvement collectif et l'applicabilité aux scénarios opérationnels", explore l'application d'un modèle bio-inspiré de mouvement collectif, inspiré du comportement d'une espèce de poisson, pour guider et coordonner un essaim de drones dans divers contextes et environnements. Les objectifs principaux de la thèse sont de comprendre le modèle biologique, de l'adapter à un algorithme de guidage 3D, de le valider avec des simulations et des expériences, et de l'améliorer avec des capacités de navigation, d'évitement d'obstacles et d'exploration. Dans un premier temps, une revue des modèles biologiques et des stratégies de contrôle des essaims de drones, se concentre sur les avantages et les défis des approches bio-inspirées, les concepts et les architectures de la robotique en essaim, et les problèmes de perception et de communication dans un essaim de drones. Par la suite, un modèle bio-inspiré de mouvement collectif, basé sur le poisson *Hemigrammus rhodostomus*, a été adapté pour être utilisé comme algorithme de guidage 2D pour les drones. Le modèle est mis en œuvre et validé avec des simulations et des expériences dans une arène de vol, démontrant l'émergence de comportements collectifs. Afin d'exploiter au mieux les capacités de vol des drones, le modèle est étendu à un algorithme de guidage 3D en ajoutant un terme d'interaction verticale. L'impact de cette interaction sur les comportements collectifs est analysé avec des simulations, montrant la modulation de la cohésion de l'essaim et la possibilité d'utiliser des phases collectives pour le contrôle opérationnel de l'essaim. L'une des propriétés intéressantes qui découle de ces modèles est la notion de phases. L'étude de la transition entre ces phases sous différents environnements stressants, tels que le bruit, les perturbations et les évitements d'ennemi, met en avant les propriétés de résilience de l'essaim. Un terme de répulsion envers un drone ennemi est ajouté au modèle, et son effet sur la dynamique de l'essaim est évalué avec des simulations et des expériences. Certaines de ces expérimentations ont pu être réalisées en extérieur avec un grand nombre de drones, démontrant la faisabilité et la robustesse du modèle bio-inspiré dans des scénarios réels. Pour finir, une discussion est ouverte sur les tâches de navigation, d'évitement d'obstacles et d'exploration pour l'essaim de drones, en utilisant le modèle bio-inspiré comme base. Quelques résultats préliminaires sont proposés, notamment des idées sur la manière de guider la flotte à travers des obstacles fixes, d'explorer des zones ou de suivre des gradients locaux, en utilisant différentes méthodes et outils. La thèse se conclut par une discussion générale sur les principales contributions et limites du modèle bio-inspiré, et quelques perspectives et orientations futures pour la recherche dans ce domaine.

Mots clés : Drones, Guidage en essaim, Bio-inspiration, Mouvement collectif