



# **Modelling, mathematical analysis and numerical simulation of large swarms of autonomous drones**

## **Modélisation, analyse mathématique et simulation numérique de grandes flottes de drones autonomes**

Soutenance de thèse – Axel Maupoux  
**18/12/2023 à 13h30**

Amphithéâtre Schwarz, IMT, bât. 1R3, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, Toulouse

### **Devant le jury composé de :**

Lafitte Pauline	Centrale Supélec	Rapporteuse
Helluy Philippe	IRMA	Rapporteur
Degond Pierre	IMT	Examineur
Thieullen Philippe	IMB	Examineur
Negulescu Claudia	IMT	Directrice de thèse
Dufour Guillaume	ONERA	Co-encadrant de thèse

### **Résumé**

Ces dernières années, les drones sont régulièrement utilisés pour réaliser des missions complexes en autonomie pour des applications variées, comme par exemple la surveillance du vieillissement d'un pont. Avec la baisse des coûts de fabrication et la maîtrise croissante de leur navigation, les applications à grand nombre de drones commencent à être imaginées, pour remplacer les alternatives coûteuses, comme les hélicoptères. Cependant cela requiert d'automatiser les réactions des éléments de la flotte. De ces décisions individuelles émergent alors le comportement global et l'accomplissement des objectifs du groupe. L'enjeu principal est donc de calibrer les différents paramètres régissant les interactions au sein de la flotte, afin de s'assurer qu'une mission donnée sera accomplie. Pour cela, nous voulons valider numériquement un modèle mathématique représentant la flotte.

L'objectif de cette thèse est de développer un tel modèle, représentant une variété de comportements souhaités et incluant les limitations techniques propres aux drones. Dans ce but, nous étudierons les modèles de consensus déjà connus, comme celui de Cucker-Smale et ses dérivés, et ferons le lien avec des technologies embarquées dans les drones, telles que la navigation par flot optique. Nous comparerons également les échelles de descriptions micro- (niveau individuel) et macroscopiques (niveau global). La première permet une description précise avec un fort coût de simulation pour de grandes flottes, alors que la seconde a un coût moindre, mais décrit de manière globale le mouvement des drones. Enfin nous proposerons un nouveau modèle de loi de commande permettant à une flotte d'occuper une zone, en se basant sur des quantités macroscopiques.

### **Mots clés**

Flotte de drones, dynamique des populations, Cucker-Smale, contrôle décentralisé, flocking, occupation de zone, évitement de collisions, analyse mathématique, simulation numérique.

**Vous êtes invité à rejoindre la web-conférence ZOOM.  
Pour recevoir le lien de connexion, merci de contacter [axel.maupoux@onera.fr](mailto:axel.maupoux@onera.fr)**