



Responsable / *Responsible* :  
Gautier HATTENBERGER

Ingénieur ENAC  
Année scolaire  
2025/2026

**S7  
DRON**

**Mineure « Drones » /  
Minor « UAVs »**



(sous conditions)



### OBJECTIFS / OBJECTIVES

A l'issue des cours de cette mineure, l'étudiant sera capable de caractériser plusieurs types de drones, de missions de drones et les réglementations associées. Il sera capable d'analyser l'architecture logicielle et matérielle d'un système de drones. Ces connaissances seront appliquées au cours de travaux pratiques sur réalisation d'une mission pour mini-drone (la sélection d'un vecteur, contexte réglementaire), sur l'estimation d'état et sur la programmation d'un système embarqué.

*After the courses of this minor, the student shall be able to characterized several types of drones, their missions and the associated regulations. He will be able to analyze typical examples of software and hardware architecture for UAV systems. These knowledge will be applied during practical works on mini-drone mission planning (airframe selection and regulatory aspects), on state estimation and on embedded system programming.*

Les modules suivants sont proposés dans le cadre de ce cours sur les drones :

- Systèmes de drones
  - Présentation générale d'un système de drones
  - Commande, guidage, navigation
  - Estimation d'état, fusion de données capteurs
  - Planification de trajectoire
  - Cas d'étude sur le suivi de cible basée vision
- Design conceptuel de drones
  - Introduction à l'aérodynamique bas Reynolds
  - Présentation des principaux paramètres influant les étapes de design conceptuel
  - Cas d'étude sur des modèles simplifiés
- Intégration des drones dans l'espace aérien et navigabilité
  - Principes et mise en œuvre de la réglementation sur les systèmes de drones en France et en Europe
  - Introduction aux principes de la gestion de trafic pour les systèmes de drones (UTM)
  - Introduction aux principes de la navigabilité et le problème de son application aux drones
  - Cas d'étude sur la méthode d'analyse de sécurité SORA
- Matériel et logiciel embarqué pour drones
  - Composants matériel d'un mini-drone
  - Logiciel embarqué temps-réel
  - Travaux pratiques avec programmation sur micro-contrôleurs
- Opérations de drones
  - Série de conférences sur l'utilisation pratique de drones
  - Présentations faites par des industriels du secteur

The following modules for this UAVs' course are :

- UAV Systems
  - General presentation of a UAV system
  - Control, guidance and navigation
  - State estimation and sensor data fusion
  - Trajectory planning
  - Case study on vision based object tracking
- UAV Conceptual Design
  - Introduction to the Low-Reynolds Aerodynamics, particularly on micro air vehicle scale
  - Main driving parameters of the conceptual design phase
  - Case study with basic low-order models
- UAS Integration in Airspace and Airworthiness
  - Principles and application of unmanned systems regulation in France and in Europe
  - Introduction to the principles of Unmanned air system Traffic Management (UTM)
  - Introduction to the airworthiness principles and the problem of their application to the UAS
- UAV Hardware and Embedded Software
  - Hardware components of a mini-UAV
  - Real-time embedded software
  - Practical works with micro-controller programming
- UAV Operations
  - A series of conferences to give an overview of the missions devoted to UAVs
  - Presentations are made by industrials