

**Objectifs de l'UE**

Au terme de cette UE, les élèves seront capables de :

**ECUE « Automatisation centrée homme »**

- Analyser une problématique d'automatisation intégrant un ou plusieurs opérateurs
- Réaliser une analyse de terrain (type analyse de la tâche) afin de déterminer les besoins informationnels, d'assistance, etc. d'un opérateur
- Intégrer dès la conception une approche centrée homme tenant comptes des caractéristiques des utilisateurs (capacités des opérateurs, pmr...).
- Proposer une architecture de pilotage et un niveau d'automatisation en définissant la répartition des tâches, de l'autorité et des informations entre les opérateurs et les systèmes automatiques.
- Concevoir, développer et évaluer des outils de suivi, d'aide au diagnostic, de résolution de problèmes pour les opérateurs, ainsi que les supports (ihm multimodales ou non) à l'activité permettant l'interaction ou la coopération avec les opérateurs.

**ECUE « Automatique et Automobile » :**

- Définir les caractéristiques d'un ADAS en fonction de différentes contraintes (économiques, capteurs, fonctions automatisées, IHM, capacité de l'OH, etc.).
- Analyser une problématique de commande d'une fonction automatisée en prenant en compte les interactions avec l'environnement.
- Déterminer les capteurs (proprioceptifs/extéroceptifs) et actionneurs nécessaires à l'automatisation des fonctions de conduite.
- Identifier les modèles nécessaires à la synthèse de leur commande.
- Proposer, prototyper, simuler et évaluer une architecture de commande pour ce type de système.

**ECUE « ADAS & Véhicules autonomes » :**

- Comprendre l'environnement dynamique autour d'un véhicule
- Connaître et savoir utiliser les modèles mathématiques pour représenter la position d'un véhicule par rapport à une référence : environnement/carte.
- Connaître les différents capteurs permettant la perception de l'environnement et leurs limites.
- Connaître les capteurs proprioceptifs et extéroceptifs nécessaires à l'automatisation de certaines fonctions de conduite
- Connaître le fonctionnement du GPS différentiel (DGPS) : mesure position par rapport à un récepteur fixe dont la position est connue ce qui va permettre d'appliquer des corrections.
- Connaître et utiliser les principales approches de fusion de données

**ECUE « Projet Intégratif Véhicules autonomes »**

Projet intégratif mettant en jeux les savoir et savoir-faire acquis au travers d'une situation permettant l'évaluation des compétences.

L'objectif est de mobiliser les savoirs et savoir-faire des élèves pour :

- Savoir établir un cahier des charges lié à un problème d'automatique et d'informatique industrielle dans les transports.
- Savoir analyser une situation, proposer une solution, pour répondre au cahier des charges
- Proposer une architecture de pilotage après avoir défini les capteurs nécessaires, et leurs interfaces de communication
- Définir les fonctions des composants à développer
- Mettre en œuvre les fonctions, intégrer les différents éléments

- Vérifier solutions mises en œuvre
- Répartir les différents travaux dans une équipe, fixer les échéances, intégrer les travaux et les vérifier au fur et à mesure
- Rédiger des fiches de synthèse, défendre les solutions retenues, critiquer l'organisation des travaux

Situation académique d'évaluation :

L'objectif est de permettre aux élèves de mettre en œuvre l'ensemble de leurs connaissances pour résoudre un problème issu d'applications concrètes, ici dans le domaine des transports et sur véhicule réel.

### Description des ECUE

#### ECUE « Automatisation centrée homme »

- Démarche de conception centrée sur l'homme
- Niveau d'automatisation, Autorité et responsabilité
- Impact de systèmes d'assistance sur l'activité
- Coopération homme-machine, assistance, répartition dynamique et délégation de tâches
- Support aux activités coopératives, IHM et espace partagé, Transparence des systèmes
- Mise en application sur une problématique Transport ou Usine 4.0

TP : TP sous forme de mini-projet : mise en œuvre d'une assistance

#### UCUE « Automatique et Automobile » :

- Introduction et contexte (sécurité routière, véhicule du futur, ADAS, ...)
- Les fonctions d'aide à la conduite : Systèmes de sécurités passifs, actifs et préventifs
- Les niveaux d'automatisation standardisés (SAE, OICA et NHTSA)
- Modélisation de la dynamique du véhicule : les mouvements longitudinal, latéral et de lacet
- Les principaux indicateurs de risques en conduite automobile (TLC, TIV,...) et leurs méthodes de calcul ou d'estimation (mesures avancées).
- Contrôle longitudinal : régulateur de vitesse et d'interdisance pour le suivi de véhicule
- Contrôle de la direction pour le maintien de voie assisté et automatisé
- Contrôle du châssis automobile (stabilité en virage)
- Estimation des variables d'état et les entrées inconnues d'un véhicule automobile.

TP : TP sous forme de mini-projet :

- Développement d'un système d'assistance élémentaire à la conduite sous Matlab/Simulink et sur véhicule réel
- Acquisition d'un signal GPS, le traiter et récupérer les informations nécessaires pour une localisation sur carte

## ECUE « ADAS & Véhicules autonomes »

- Véhicule autonome
  - Des aides à la conduite à la conduite autonome
  - Architecture fonctionnelle localisation / perception / compréhension / décision / action
- Localisation et cartographie
  - Cartographie : SD/HD
  - Les systèmes de positionnement relatif et absolu
  - Localisation absolue ou géolocalisation : GNSS, GNSS Différentiel, RTK, PPP, ...
  - Localisation relative (liée au contexte) : localisation dans la voie, free space, map-matching, approches de type SLAM
  - Localisation inertielle (par rapport à un repère galiléen) : accéléromètres, gyroscopes, gyromètres, IMU, ...
  - Localisation odométrique : vitesses de roues, odométrie visuelle, ...
- Perception
  - Capteurs de perception du véhicule (caméras, stéréo-cameras, radars, lidars, ultrasons, ...)
  - Traitement d'image, Point Cloud processing,...
  - Fusion des informations capteurs
  - Détection, classification, caractérisation de l'environnement
    - L'infrastructure : la route, les lignes, les panneaux, les travaux, ...
    - La réglementation : les vitesses autorisées, les manœuvres autorisées, ...
    - Les obstacles fixes : rails, piles de pont, véhicules, objets, ...
    - Les objets mobiles : véhicules, piétons, cyclistes, animaux, ...
  - Perception collaborative : communication V2X, V2V, V2I, V2U, ...
- World Model
  - Conscience et représentation de la situation
  - Notions d'horizon électronique
- Navigation
  - Objectif à atteindre, Planification de la trajectoire, Prise de décision
  - Niveaux stratégique, tactique, opérationnel
  - Arbres de comportements, Uses Cases
- Contrôle
  - Actionneurs châssis
  - Limites de la dynamique du véhicule

**ECUE « Projet intégratif Véhicules autonomes »**

L'objectif de l'enseignement est de sensibiliser les élèves aux différents domaines d'application du « Transport ». Il consiste à placer les élèves, réunis en petits groupes, en situation de résolution de problème permettant de réaliser un projet d'application portant les compétences et disciplines abordées en cycle ingénieur.

L'APP s'appuie notamment sur les moyens d'essais et les plateformes pédagogiques telles que FunAUTO et tidiCART. Il permettra aux élèves de maîtriser différents logiciels de calcul numérique (Matlab/Simulink, LabVIEW), de les utiliser pour la simulation et la réalisation de système d'assistance à la conduite basique, et de développer différents dispositifs sur carte Arduino pour interfacier différents capteurs avec le calculateur central temps réel, en utilisant un réseau CAN. Ce projet sera réalisé en petits groupes et donnera lieu à une soutenance et un rapport technique.

**Pré-requis**

Programmation, Facteurs humains, automatique

**Bibliographie**

Guzzella L., Onder C., "Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine Systems," 2nd. Ed., 2010, Springer Verlag.  
Iqbal Husain. Electric and Hybrid Vehicles. Design fundamentals, Second edition. CRC Press, 2010. ISBN : 9781439811757.