

# 2SC5390 - Conception d'un système de livraison urbaine "dernier kilomètre" par véhicules autonomes et connectés

Responsables : **Morgan ROGER**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **40**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **24**

Année académique : **2024-2025**

## Présentation, objectifs généraux du cours :

Les enjeux du véhicule autonome et connecté ne concernent pas uniquement le secteur de l'automobile. L'enseignement d'intégration proposé ici vous permet d'appréhender d'une part la démarche de conception d'un système complexe et critique, et d'autre part la pluralité des problématiques du véhicule autonome et connecté, au travers d'un scénario industriel dans un contexte adapté.

Le scénario retenu est celui d'une livraison dite "dernier kilomètre". Le coût et le délai de livraison d'un colis par transporteur est fortement impacté par le dernier kilomètre, notamment en milieu urbain. En raison des embouteillages et du stationnement, les camions de livraison pourraient avantageusement être relayés à l'entrée des grandes villes par des moyens de transport plus légers et adaptés à l'environnement urbain. L'utilisation de vélos s'avère trop coûteuse ; les transporteurs envisagent à court terme une livraison entièrement automatisée sur le dernier kilomètre. La solution consiste en la gestion d'une flotte de robots autonomes et connectés effectuant les trajets de livraison en fonction des arrivages, des adresses de livraison et des caractéristiques des robots.

Vous travaillez dans une équipe en charge de concevoir un tel système de livraison. Dans ce cadre, vous suivez une démarche d'ingénierie système orientée modèle pour spécifier les fonctionnalités du système. Vous adoptez une méthodologie de modélisation pour développer les algorithmes nécessaires (contrôle/commande, fusion de capteurs, fusion de données, prise de décision et télécommunications) pour répondre aux spécifications. Une plateforme de test à échelle réduite vous permet d'évaluer la qualité du système de livraison obtenu et perfectionner les algorithmes.

## Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

ST5

## Prérequis :

Cours de sciences pour l'ingénieur 1A "Systèmes électroniques" conseillé

Cours de sciences pour l'ingénieur 1A "Réseaux et sécurité" conseillé

Cours spécifique de la ST "Architecture et technologies pour le Véhicule intelligent et communicant"

## Plan détaillé du cours (contenu) :

Les aspects techniques suivants sont mis en oeuvre dans cet enseignement d'intégration :

- analyse fonctionnelle du besoin, spécifications système
- modélisation système
- machines d'état
- loi de commande
- télécommunications
- protocole de communications
- traitement d'image
- fusion de capteurs
- traitement embarqué et temps réel
- répartition calculatoire hardware/software

## Déroulement, organisation du cours :

L'objectif est de réaliser une preuve de concept technique sur une plateforme à échelle réduite constituée de robots roulant sur un support adapté représentant schématiquement l'environnement urbain. Les équipes de 5 ou 6 étudiants sont constituées au préalable de façon à présenter un large spectre de compétences. Après une première analyse fonctionnelle du système basée sur un brainstorming, les équipes décident de leur organisation interne afin de traiter en parallèle et avec cohérence les différents aspects : matériel, modélisation, intelligence embarquée, connectivité. Chaque équipe se voit confier un robot et peut accéder aux salles de test afin de valider en situation réelle le comportement du système et affiner ses fonctionnalités. La dernière journée de la semaine est consacrée à la préparation de l'évaluation et à l'évaluation en elle-même.

## Organisation de l'évaluation :

L'évaluation est faite par des points d'avancement réguliers avec l'équipe d'encadrement pendant la semaine (un par demi-journée), ainsi que lors d'une évaluation en fin de projet constituée d'une présentation orale décrivant les choix de conception et les innovations du système, et de démonstrations des performances obtenues à la fois en simulation et en situation réelle sur la plateforme de test, devant un panel d'enseignants et d'experts industriels. Elle se base sur l'ensemble des critères suivants : maîtrise technique, conformité des résultats aux attentes, qualité de la communication, originalité du travail et sérieux du travail.

## Moyens :

Moyens humains : une équipe d'enseignants spécialistes des différents domaines d'ingénierie concernés (électronique, télécommunications, modélisation, traitement du signal) présents 100% du temps ; des experts industriels du domaine automobile (Renault) et de la modélisation (Mathworks) en visite pendant la semaine et présents pour l'évaluation.

Moyens logistiques : salles de travail pour les équipes d'étudiants, salles d'envergure pour les plateformes de test et d'évaluation, un QG enseignant.

Moyens matériels : robots roulants (incluant 4 roues motrices, une carte Arduino, un nano-ordinateur Raspberry Pi, une caméra et plusieurs autres capteurs embarqués, batteries).

Moyens logiciels : Matlab/Simulink, Linux, Python, C++, OpenCV, ...

## Description des compétences acquises à l'issue du cours :

The following skills will be evaluated during this learning activity: C2, C4 and C7. The skills assessment will be based on the regular progress reports with the supervision team (once per half-day), on the demonstrated performances of the system, and on the final oral presentation.