

---

# *Optimisation des déplacements de bateaux autonomes destinés au transport fluvial de marchandises*

---

**Université d'accueil :** Université de Bourgogne Franche-Comté

**Laboratoire d'accueil :** DRIVE - EA 1859, Nevers

**Domaine(s) :** Informatique et mathématique

**Discipline:** Optimisation, Logistique

**Ecole doctorale :** Sciences physiques pour l'ingénieur et microtechniques - SPIM - ED 37

## **Contexte :**

Le transport fluvial n'a guère évolué au cours des dix dernières années en raison, à la fois, d'une concurrence plus sévère de la route et des mutations structurelles désavantageuses : déclin des mines de charbon et des industries lourdes, délocalisations industrielles. Néanmoins, dans des contextes économiques, environnementaux et sociaux changeant, ce mode de transport devient de plus en plus intéressant. Le transport fluvial ne détient qu'une petite part du marché du transport national de marchandises. Il est pourtant très compétitif du point de vue du coût des envois lourds dans lequel il exerce une majeure partie de son activité. Plusieurs raisons expliquent la place plus que secondaire du transport de marchandises par voie d'eau notamment : son manque de flexibilité par rapport au transport routier, qui en tire justement son succès ; la limitation de la configuration actuelle du réseau encore sous-développé par rapport à certains pays voisins. En effet, l'ensemble du circuit fluvial n'est pas forcément adapté à tous les gabarits. D'où l'importance de développer des solutions plus flexibles et à moindre coûts dont des bateaux autonomes et une infrastructure adaptée seront les premiers acteurs.

Si les travaux sur les véhicules autonomes routiers et aériens ont donné lieu à de nombreuses avancées, les transports de marchandises sur voies navigables n'en ont pas encore bénéficiés. Les spécificités des voies navigables apportent autant d'opportunités que de nouveaux challenges pour l'automatisation des bateaux de transport (positionnement ; cartographie ; trajectoire à suivre ; dynamique du bateau autonome dont le tonnage est très variable ; vitesse de déplacement des bateaux à respecter pour ne pas dégrader les berges ; un réseau avec grand nombre de tunnels, d'écluses et de barrages de caractéristiques différents ; impact des conditions météo plus important ; etc.). Les capteurs des véhicules actuels notamment, s'appuient sur des contraintes de l'environnement très différentes de celle des voies navigables : les problèmes d'illumination sur l'eau sont un des challenges important des algorithmes de vision artificielle. Par ailleurs, la planification d'itinéraire qui soit optimisé et économique que le bateau autonome (ou la flotte de bateaux autonomes) doit également être repensée afin de prendre en compte les différents challenges (météo imprévisible important pour préserver l'intégrité du bateau, caractéristiques du bateau, caractéristiques du réseau, etc.).

## **Déroulement de la thèse proposé :**

Les travaux durant cette thèse permettront donc de proposer des solutions/recommandations pour les différents acteurs du transport fluvial (gestionnaire de flottes de bateau, constructeur de bateau autonomes, Voies Navigables de France - VNF, etc.) pour le bateau autonome du futur destiné au transport de marchandise sur les voies navigables de France. Plus précisément, le doctorant(e) travaillera sur les points suivants :

- Etat de l'art sur les solutions actuelles pour véhicules autonomes et leurs adaptations au bateau autonome destiné à naviguer sur les voies navigables de France. La connaissance de ce réseau et ses caractéristiques se fera en collaboration avec VNF.

- Sur la base de cet état de l'art des solutions seront proposées, selon les compétences du doctorant(e), à différents niveaux :

\* Niveau bateau : développement de solution pour améliorer la perception et la détection d'obstacles ainsi que sur la planification locale de la trajectoire du bateau autonome pour deux objectifs principaux : l'intégrité du bateau et une planification optimale de son trajet. Une preuve de concept, afin de démontrer la fiabilité de cette solution, sera réalisée en collaboration avec d'autres membres du laboratoire.

\* Niveau infrastructure : Proposition de solution d'optimisation à moindre coût de l'infrastructure actuelle. En effet, sur le trajet Lyon-Paris par exemple, il faut franchir 220 écluses. Avec un temps moyen compris entre 20 à 30 minutes, le franchissement représente donc presque la moitié du temps total de parcours. Sur des réseaux fluviaux plus modernes, le nombre d'écluse est très réduit. Ainsi l'idée serait de proposer un modèle permettant d'optimiser le nombre d'écluses à renouveler/automatiser ou même supprimer afin de minimiser les coûts tout en satisfaisant les clients.

\* Niveau logistique des transports : A ce niveau, l'idée c'est de : (i) développer une application de calcul du chemin le plus économique pour un bateau autonome en prenant en compte les caractéristiques du bateau et du réseau fluvial (charge maximale à respecter, vitesse de déplacement autorisée ; nombre de tunnels, nombre d'écluses et de barrages ; conditions météo plus important, etc.), et (ii) développer des solutions de planification multi-objectifs (coût, satisfaction client, impact carbone, etc.) d'une flotte de bateaux autonomes en prenant en compte ces mêmes contraintes.

### **Mots clés :**

Optimisation multi objectifs, routage et tournée de véhicules, problème de flot maximum, cartographie, robot mobile, logistique des transports, perception.

### **Responsables :**

Pr. Sidi Mohammed Senouci (directeur de thèse), Professeur, Université de Bourgogne

Dr. Philippe Brunet (co-encadrant), Maître de conférences, Université de Bourgogne

Dr. El-Hassane Aglizim (co-encadrant), Maître de conférences, Université de Bourgogne

### **Financement:**

Allocation de thèse ministérielle pour une durée de 3 ans (début de thèse - oct. 2018). Coopération avec Voie navigable de France (VNF)

### **Profil attendu et critères d'éligibilité des candidatures :**

Les candidats doivent posséder un diplôme de Master ou d'ingénieur avec de fortes compétences en informatique, mathématique et optimisation. Des bases en robotique et vision sont souhaitables. Des compétences pratiques en programmation et des outils logiciels (par exemple, Matlab et Cplex) et un anglais courant (écrit et parlé) sont requis. Les candidats doivent être motivés pour apprendre

rapidement et travailler efficacement sur des problèmes de recherche difficiles.

**Comment candidater :**

Toute candidature devra être adressée, **avant le 10 juin 2018**, par courriel à Sidi Mohammed Senouci ([Sidi-Mohammed.Senouci@u-bourgogne.fr](mailto:Sidi-Mohammed.Senouci@u-bourgogne.fr)), Philippe Brunet ([Philippe.Brunet@u-bourgogne.fr](mailto:Philippe.Brunet@u-bourgogne.fr)) et El-Hassane Aglzim ([El-Hassane.Aglzim@u-bourgogne.fr](mailto:El-Hassane.Aglzim@u-bourgogne.fr)). Les éléments constitutifs du dossier sont obligatoirement :

- un Curriculum Vitae détaillé (contenant notamment une description du cursus universitaire et une description de l'expérience professionnelle et de stage),
- les notes obtenues en Master,
- une liste des publications (y compris mémoire(s), rapport(s) de stage),
- une lettre exposant les motivations pour la recherche et le sujet proposé,
- lettre(s) de recommandation(s) de personnes ayant déjà travaillé avec ou encadré le candidat (lettre d'encadrant de Master ou de stage par exemple).