

## Approches par apprentissage pour la résolution de problèmes dynamiques de tournées de véhicules avec synchronisation

### Learning based approach for dynamic vehicle routing problems with synchronization

Laboratoire : LS2N UMR 2006 – CIRRELT

Début : Sept. 2017

Financement : 50% IMT Atlantique

Cofinancement : 50 % CIRRELT (Montréal, Canada)

Encadrement :

GENDREAU Michel, CIRRELT, [michel.gendreau@cirrelt.net](mailto:michel.gendreau@cirrelt.net)

LEHUEDE Fabien, LS2N, [fabien.lehuede@imt-atlantique.fr](mailto:fabien.lehuede@imt-atlantique.fr)

ROUSSEAU Louis-Martin, CIRRELT, [louis-martin.rousseau@cirrelt.net](mailto:louis-martin.rousseau@cirrelt.net)

Mots clés en français : recherche opérationnelle, apprentissage, transport, entreposage

Mots clés en anglais: operations research, learning, transportation, warehousing

#### Contexte

Ce sujet de thèse a pour domaine l'optimisation des transports de biens et marchandises. Il est proposé en co-financement entre l'Institut Mines Telecom Atlantique Bretagne Pays de la Loire et le Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport (CIRRELT). La thèse sera réalisée à 50% à Nantes au sein de l'équipe Systèmes Logistiques et de Production (SLP) du LS2N (UMR CNRS 6004) et à 50% à Montréal (Canada) au sein du CIRRELT.

L'équipe SLP est une importante équipe de recherche Nantaise en recherche opérationnelle et maîtrise des risques, qui réalise entre autres, une recherche internationalement reconnue en optimisation des transports. Le CIRRELT est un des plus prestigieux centre de recherche dans ce domaine, dont les membres collaborent régulièrement avec SLP. Les deux équipes font partie de projets novateurs, résolument tournés vers les interactions entre la recherche sur l'analyse des données et l'aide à la décision (l'institut de valorisation des données à Montréal, Atlantic 2020 et le pôle Sciences des Données et de la Décision du LS2N à Nantes). Cette thèse intervient dans ce contexte.

Le doctorant sera encadré par Fabien Lehuédé, Maître Assistant HDR à l'IMT Atlantique, et Michel Gendreau et Louis-Martin Rousseau, Professeurs à l'école Polytechnique de Montréal.

## Objectifs

Avec l'avènement des systèmes de transport intelligents, l'analyse d'informations et la prise de décisions en temps réel a reçu une attention croissante. Avec un équipement à la portée aussi bien des PME que des plus grands industriels, il est aujourd'hui possible de transmettre des instructions en continu à une flotte de véhicules en cours de tournées. Ainsi de nouveaux algorithmes de ré-optimisation des plans de transport ont été conçus pour réagir dynamiquement aux potentiels événements. Un premier enjeu dans ce contexte est de réussir à exploiter des informations du passé pour intégrer de possibles événements futurs et concevoir un plan de transport robuste. Un second enjeu majeur est d'être capable d'exploiter ces décisions pour ré-optimiser le plan dans un temps approprié à la dynamique des véhicules.

Parallèlement, les masses et sources de données exploitables pour renforcer la prise de décision se sont considérablement accrues. De nouvelles idées sont également apparues en apprentissage et fouille de données (Deep Learning, Reinforcement Learning). Il est aujourd'hui envisageable de conserver et exploiter une trace précise des événements et décisions passées.

L'objectif de cette thèse est de se servir de ces données et méthodes pour mieux prévoir les événements futurs, mais aussi ré-exploiter les décisions passées dans un contexte particulièrement complexe : celui des tournées de véhicules avec synchronisation. Dans ce type de problème, la réalisation d'une tournée peut dépendre d'une autre. C'est par exemple le cas si deux tournées successives sont réalisées par le même véhicule, si une marchandise ou une personne est transférée d'un véhicule à un autre, ou si une ressource partagée (par exemple une station de recharge) a une capacité de traitement à un instant donné. La résolution de ce type de problème est particulièrement complexe et le temps de réponse des meilleurs algorithmes, peu adapté à une prise de décision en temps réel.

Ce sujet reste inexploré et de nombreuses questions sont à investiguer. Par exemple :

- Est-ce que des attributs (approximation du coût, qualité de service, robustesse de la solution) peuvent être définis pour prendre de meilleures décisions de routage sans avoir à explorer intégralement l'espace de recherche ?
- Quels algorithmes peuvent permettre de renseigner ces attributs efficacement de manière à permettre une décision en temps réel ?
- Est-ce que les modèles de prises de décision peuvent être basés sur un apprentissage à partir des décisions prises dans le passé, ou produites dans le cadre de simulations avec un algorithme d'optimisation ?

Plusieurs cas d'étude seront envisagés en relation avec des entreprises dans cette thèse. Les premiers concernent les transports en ville, de plus en plus réalisées en vélos : optimisation de transport de courrier express, livraison de repas. Un second type d'application concerne les transports dans les entrepôts, et notamment l'optimisation de l'affectation d'ordre de transport à des véhicules auto guidés (AGV).

## Compétences requises

L'étudiant devra être issu d'un Master universitaire ou d'une école d'ingénieur et avoir démontré une première expérience en recherche ainsi qu'un très bon niveau scientifique. Il devra posséder une solide formation en aide à la décision, intégrant idéalement des connaissances à la fois en recherche opérationnelle et optimisation ainsi qu'en statistiques, analyse de données et méthodes d'apprentissage de l'intelligence artificielle.

La connaissance d'un ou plusieurs langages de programmation est indispensable. Une formation ou expérience des outils et bibliothèques de l'optimisation et de l'analyse des données est un plus.

Par ailleurs, une bonne connaissance de l'anglais sera nécessaire dans le cadre de la diffusion des résultats de la recherche.