

# Système d'aide la décision intégré pour les problèmes de tournées de véhicules riches

Philippe Lacomme<sup>3</sup>, Gwénaél Rault<sup>1,2</sup>, Marc Sevaux<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mapotempo, Groupe Octime, Bordeaux

`gwenael@mapotempo.com`

<sup>2</sup> Université Bretagne Sud, Lab-STICC, UMR 6285, CNRS, Lorient

`marc.sevaux@univ-ubs.fr`

<sup>3</sup> Université de Clermont-Ferrand, LIMOS

`placomme@isima.fr`

**Mots-clés :** *Supply Chain, Rich VRP, API REST, Système d'aide à la décision*

## 1 Introduction

La mise en place récente de contraintes économiques et environnementales ont accru la pression sur les systèmes de gestion de la *supply chain* pour intégrer des décisions multi-attributs [3] en particulier pour la logistique du dernier kilomètre [2, 1]. L'essor des plateformes de e-commerce a engendré une fragmentation de la demande. Précédemment, les activités de livraisons étaient réalisées auprès de centre commerciaux ou de commerces de détail. De nos jours, chaque habitation, bureau ou commerce est un potentiel point de livraison.

Les objectifs de la *supply chain* peuvent inclure la maximisation du profit, de la qualité de service perçue par le client final ou la minimisation de l'impact environnemental. La logistique du dernier kilomètre intervient dans un environnement urbain dynamique avec des conditions de transports qui varient d'un jour à l'autre et au cours de la journée. Des voies peuvent être coupées et des embouteillages peuvent survenir. Ces perturbations requièrent des solutions robustes ou un système dynamique pour mettre à jour itérativement la solution. La prise de décision dans la logistique du dernier kilomètre demande des outils de Recherche Opérationnelle dédiés aux problèmes de tournées de véhicules (VRP) afin d'obtenir des solutions pertinentes au regard des objectifs du modèle.

## 2 Système d'aide à la décision

Le futur du transport dépend de plusieurs domaines de recherches challengeants et complexes qui sont impactés par 1) des contraintes environnementales, 2) la numérisation des services et 3) des nouveaux modes de transports plus connectés du fait de la numérisation des services. Des solutions adaptées nécessitent une coordination entre les logiciels fournisseurs de données (Transport Management Software) et les outils de Recherche Opérationnelle en charge de la définition des tournées en adressant l'ensemble des contraintes.

Ce résumé présente une contribution originale permettant aux développeurs logiciels d'accéder simplement aux méthodes de résolution pour le VRP au travers d'une API de haut niveau intégré dans un système d'aide à la décision. Cette API prend en entrée des problèmes complets et sélectionne automatiquement les méthodes de résolution à y appliquer. De plus, des API de bas niveau sont disponibles afin de donner un accès aux données nécessaires pour la résolution de tels problèmes. Les développeurs peuvent interagir les API bas niveau pour enrichir les résultats obtenus avec les API de haut niveau et par exemple les afficher sur une carte.

Ces travaux sont motivés par les besoins spécifiques de la logistique du dernier kilomètre. Celle-ci demande des données représentatives de la réalité pour être pertinentes dans un

contexte dynamique. La position des véhicules et la congestion du réseau routier évolue au cours de la journée. Les demandes à satisfaire peuvent changer durant la réalisation des tournées.

Le système d'aide à la décision proposé introduit des systèmes de bas niveau tels que les services Geocoder et Router qui sont des briques élémentaires, utilisées par les briques de haut niveau composant le système. Geocoder et Router servent respectivement à convertir des adresses en coordonnées et à fournir des informations sur les itinéraires entre des coordonnées géographiques. Des systèmes de haut niveau tels que les services Optimizer et Fleet donnent accès à des fonctionnalités avancées, respectivement pour l'optimisation des problèmes de tournées de véhicules riches et pour réaliser les échanges entre les chauffeurs et les décideurs. Une application Web est également disponible à la fois afin de fournir un aperçu des possibilités de l'intégralité du système, et de servir de logiciel clé en main.

Les méthodes de Recherche Opérationnelle embarquées dans l'API de haut niveau Optimizer sont sélectionnées à la fois pour leur flexibilité et leur rapidité. Évoluer dans un environnement dynamique requière d'être capable de commencer une résolution à partir d'un état existant et de limiter le voisinage exploré en terme de distance à la solution existante. En effet, il peut ne pas être envisageable de changer entièrement les tournées durant leur réalisation.

Chaque service peut être répliqué et implémente des mécanisme afin de déléguer des opérations à d'autres machines. Ce qui permet la mise à l'échelle du service d'aide à la décision dans son ensemble.

## Références

- [1] I. Cardenas, Y. Borbon-Galvez, T. Verlinden, E. Van de Voorde, T. Vanelslander, and W. Dewulf. City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection. *Competition and Regulation in Network Industries*, 18(1-2) :22–43, 2017.
- [2] C. Macharis and S. Melo. *City distribution and urban freight transport : multiple perspectives*. Edward Elgar (Ed), 2011.
- [3] T. Vidal, T. G. Crainic, M. Gendreau, and C. Prins. A hybrid genetic algorithm with adaptive diversity management for a large class of vehicle routing problems with time-windows. *Computers and Operations Research*, 40(1) :475–489, 1 2013.