

Planification d'itinéraires touristiques à vélo

Antoine Giret¹, Yannick Kergosien¹, Emmanuel Neron¹, Gael Sauvanet²

¹ Université François Rabelais de Tours, CNRS, LI EA 6300, OC ERL CNRS 6305,
64 avenue Jean Portalis, 37200 Tours, France

{antoine.giret,yannick.kergosien,emmanuel.neron}@univ-tours.fr

² La Compagnie des Mobilités, 30 rue André Theuriet, 37000 Tours, France
gael.sauvanet@geovelo.fr

Mots-clés : *planification, itinéraire, multicritère, tourisme, vélo*

1 Contexte

Planifier un itinéraire touristique sur plusieurs jours en tenant compte de caractéristiques spécifiques au tourisme (i.e. point de vue, points d'intérêt à visiter, etc.) ou au vélo (i.e. routes sécurisées/cyclables, limitation du nombre de kilomètres parcourus dans une journée, etc.) peut s'avérer être une tâche difficile à réaliser. Ainsi, la *Compagnie des Mobilités* qui propose déjà des itinéraires adaptés aux cyclistes (en tenant compte de la distance, des aménagements cyclables, de l'altimétrie, ...) via une plateforme web (<https://www.geovelo.fr>), envisage d'étendre leur service à la planification d'itinéraires touristiques. L'objectif de ce travail de recherche est de développer des méthodes de résolution efficaces et rapides pour ce problème.

Une revue de la littérature récente sur ces problèmes de planification touristique est disponible dans [3]. La plupart des études considèrent un horizon de planification d'une seule journée et ont pour but d'ordonner la séquence des points d'intérêt (POIs) en respectant des contraintes d'horaires, de temps de visites, de budget, de temps de trajet total, etc. L'objectif principal de ces études est de maximiser la satisfaction du touriste sur une seule journée. Quelques études traitent du *Orienteering Problem with Hotel Selection* sur un horizon de planification de plusieurs jours ([1] et [2]). Ce problème implique des décisions supplémentaires sur le lieu du repos entre deux jours ainsi que des heures de départ et d'arrivée des itinéraires de chaque jour. Appliquée au contexte du vélo, la planification d'itinéraire touristique doit prendre en compte plusieurs critères (distance, sécurité et attrait touristique de la route) ce qui implique qu'entre chaque paire de POIs il existe un ensemble de chemin non dominés, et donc un ensemble de solutions non dominées pour ce problème. Cette spécificité n'a pas à notre connaissance été traitée dans la littérature. Nous appellerons ce problème le Multi-Objective Orienteering Problem with Hotel Selection (MOOPHS).

2 Définition du problème

Soit $G = (V, A)$ un graphe routier avec V l'ensemble des noeuds et A l'ensemble des arcs. Chaque arc $(i, j) \in A$ possède un ensemble de poids notés c_{ij}^k dépendant d'un critère k (distance, sécurité et attrait touristique).

L'ensemble des points d'intérêt pouvant être visités par le cycliste est noté $P \in V$. Chaque point d'intérêt i possède un attrait touristique a_i (défini en fonction des préférences de l'utilisateur par exemple), un tarif d'entrée ti_i , une durée de visite d_i ainsi qu'une fenêtre de temps $[e_i; l_i]$ correspondant aux horaires d'ouvertures.

L'ensemble des hôtels pouvant héberger le cycliste est noté $H \in V$. Chaque hôtel i possède un tarif pour la nuit th_i .

Le cycliste définit un point de départ s , un point d'arrivée t , un horizon de planification D en jour (correspondant à la durée de son séjour) et une heure de départ journalier depuis s ou un hôtel. Il définit également un ensemble de préférences tel que le temps maximal passé à vélo et en visite pour une journée t_{max} , la distance maximale devant être parcourue dans une journée d_{max} et le coût maximal pour l'ensemble de son séjour c_{max} .

L'objectif est de proposer un ensemble de solutions de séjours touristiques de s à t sur D jours satisfaisant l'ensemble des contraintes (temps de trajet journalier, distance journalière parcourue, etc.). Ces solutions doivent également maximiser la sécurité lors du trajet et l'attrait touristique (visite de POIs et routes empruntées) en un minimum de kilomètre.

3 Résolution

Afin d'obtenir l'ensemble des solutions non-dominées optimales, nous avons développé une méthode exacte pour le MOOPHS. La méthode se décompose en trois étapes. Les deux premières étapes visent à construire un graphe $G' = (V', A')$ constitué d'un ensemble de sommet V' représentant les hôtels, s et t . L'ensemble des arcs A' correspond à tous les chemins non dominés entre paires de sommets de V' sachant ces chemins non dominés respectent le temps de trajet journalier maximum t_{max} et la distance journalière maximum d_{max} . La dernière étape vise à calculer l'ensemble final des solutions non dominées à partir de ce graphe.

La première étape consiste à lancer – pour chaque hôtel, s et t – une recherche mono-objectif de type *one-to-all* en ne considérant que la distance. La recherche est coupée à l'aide de la borne d_{max} . Cette étape permet d'obtenir tous les successeurs possibles pour chaque hôtel, s et t . Afin de réduire ces possibilités, plusieurs techniques de déduction sont appliquées. Par exemple, une distance minimale à parcourir par jour peut être déduite en se basant sur la distance totale entre s et t , d_{max} et D .

La seconde étape consiste à lancer – pour chaque couple i et $j \in V'$ – une recherche multi-objectif [4]. Cette étape permet d'obtenir l'ensemble des arcs A' . Chaque arc est évalué par une distance, un attrait touristique, un coût des visites et une sécurité. Les arcs représentent des chemins journaliers réalisables en terme de distance maximale, temps de trajet maximal et horaires des visites.

Enfin, lors de la dernière étape, nous énumérons l'ensemble des solutions non dominées de s à t passant par exactement $|D| - 1$ hôtels et satisfaisant la contrainte du coût total à ne pas dépasser.

Les résultats de cette méthode seront présentés lors de la conférence.

Références

- [1] Divsalara, A. and Vansteenwegena, P. and Cattrysse, D. *A variable neighborhood search method for the orienteering problem with hotel selection* International Journal of Production Economics, 145 :150–160, 2013
- [2] Tricoirea, F. and Romaucha, M. and Doernera, K. and Hartl, R. *Heuristics for the multi-period orienteering problem with multiple time windows* Computers & Operations Research, 37 :351–367, 2010
- [3] Gavalas, D. and Konstantopoulos, C. and Mastakas, K. and Pantziou, G. *A survey on algorithmic approaches for solving tourist trip design problems* Journal of Heuristics, 220 :291–328, 2014
- [4] Giret, A. and Kergosien, Y. and Neron, E. and Sauvanet, G. *An efficient label-setting Algorithm for the Bi-Objective Shortest Path problem* Proceedings of 5th the International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, 1 :197–203, 2016, ICORES, Rome, Italy