

Un algorithme mémétique pour le TOP

Hermann Bouly, Duc-Cuong Dang, Aziz Moukrim

► **To cite this version:**

Hermann Bouly, Duc-Cuong Dang, Aziz Moukrim. Un algorithme mémétique pour le TOP. ROADEF 2008, Feb 2008, Clermont-Ferrand, France. <hal-00576527>

HAL Id: hal-00576527

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00576527>

Submitted on 14 Mar 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Un Algorithme Mémétique pour le TOP

H. Bouly^{1,2}, D-C. Dang¹, et A. Moukrim¹

¹ Heudiasyc UMR CNRS 6599, Université de Technologie de Compiègne, BP 20529, 60205, Compiègne

² VEOLIA Environnement, Direction de la Recherche, 17/19 rue La Pérouse, 75016 Paris, France

{hermann.bouly, duc-cuong.dang, aziz.moukrim}@hds.utc.fr

Mots clefs : tournées de véhicules sélectives, construction/destruction, découpage optimal.

1 Présentation du Problème

Nous nous intéressons ici au Problème Tournées de Véhicules Sélectives, plus connu sous la dénomination Team Orienteering Problem (TOP). Il s'agit d'un Problème de Tournées de Véhicules (PTV) *sélectif* où il n'est pas possible a priori de servir tous les *clients*. On considère pour ce problème une flotte de m véhicules, partant tous du point d et arrivant tous au point a , et un ensemble V de clients potentiels. Un client i de V peut être servi une fois au plus par un seul véhicule. A chaque client i de V est associé un profit P_i . Le problème est représenté par un graphe $G = (V \cup \{d\} \cup \{a\}, E)$ où chaque arc (i, j) dans E correspond à un trajet réalisable dont le temps de trajet est noté $c_{i,j}$. La résolution du problème vise à construire une solution comportant au plus m routes telle que la somme des temps de trajet sur chaque route r n'excède pas une longueur limite L et telle que la somme des profits collectés chez les clients visités soit maximale.

Nous présentons nos travaux réalisés sur le TOP dans le cadre d'une étude sur une application réelle pour VEOLIA Environnement. Nous proposons un Algorithme Mémétique (MA) [4] s'appuyant sur une méthode de *découpage optimal* d'un *tour géant* [2,9,5] adaptée à la composante sélective du TOP ainsi que sur une heuristique de Destruction/Construction Itérative (IDCH) [6].

2 L'Algorithme Mémétique

Les Algorithmes Mémétiques [4] sont des Algorithmes Evolutionnaires (AE) faisant un usage intensif de recherches locales en lieu et place de la mutation. L'Algorithme Mémétique que nous proposons pour le TOP repose principalement sur une méthode de découpage optimal dédiée au TOP et une heuristique originale, que nous baptisons IDCH.

2.1 Découpage Optimal

Nous proposons une adaptation de la méthode PERT/CPM permettant d'effectuer le découpage optimal d'un *tour géant* dans le cas où certains clients ne peuvent être servis, comme dans le TOP.

Considérant une séquence $\pi = (1, 2, \dots, n)$ représentant un tour géant, il s'agit de trouver le sous ensemble d'au plus m sous-séquences tel que chaque sous-séquence corresponde à une tournée réalisable et que le profit associé à ces tournées soit maximal pour la séquence π donnée. Nous avons établi qu'il était optimal de ne s'intéresser qu'aux solutions saturées, i.e. les solutions où pour toute sous-séquence commençant en $\pi[x]$ tous les clients suivant x dans π sont considérés dans la tournée tant que sa longueur n'excède pas L et qu'elle n'atteint pas la fin de la séquence π . L'adaptation de la méthode PERT/CMP que nous proposons repose sur la construction d'un graphe acyclique $H = (X, U)$ où $X = \{1, 1', 2, 2', \dots, n, n', d, a\}$ est tel que chaque sommet x représente le point de départ d'une tournée et chaque sommet x' représente la fin de la tournée saturée commençant en x . Un arc (x, x') de U est pondéré par le profit de la tournée commençant en $\pi[x]$. Les arcs (x', y) avec $y > x'$ représentent la possibilité que les deux sous-séquences $[x, x']$ et $[y, y']$ soient considérées dans la même solution. Ces arcs sont pondérés par 0. Les sommets d et a sont connectés respectivement aux débuts et fins de tournées par un arc valué par 0. Considérant ce graphe pour un tour géant donné, le découpage optimal consiste à rechercher le chemin le plus long entre d et a ayant un nombre d'arcs limité.

	$TS_{Penalty}$	$TS_{Feasible}$	VNS_{Fast}	VNS_{Slow}	TMH	CGW	POP_{init}	MA
ΔZ_{min}	2370	1178	1430	421	2398	4334	2928	428
ΔZ_{max}	975	393	346	78	N/A	N/A	1351	74
ΔZ	1395	785	1084	343	N/A	N/A	1577	354

TABLE 1. Résultats sur les instances de Chao et al..

2.2 Heuristique de Destruction/Construction Itérative

Il s'agit d'une heuristique inspirée du principe de Destruction/Construction présenté dans [6] et sur une version parallèle de la Meilleure Insertion [7] où tous les véhicules et tous les clients sont considérés simultanément et où une priorité est associée à chaque client. Il s'agit d'itérer des phases de destruction où un nombre aléatoire entre 1 et n/m de clients est retiré de la solution courante, et des phases de reconstruction employant la Meilleure Insertion. Si tous les clients sont insérés, la solution est optimale puisque le profit est maximum. Sinon, les clients non routés voient leur priorité augmenter de la valeur du profit qui leur est associé. L'ensemble des clients à router est divisé en sous-ensembles de clients ayant la même priorité. Les clients de priorité maximale sont considérés en premier. Le sous-ensemble de priorité maximale suivant n'est considéré qu'une fois que tous les clients du premier sous-ensemble sont routés ou bien que plus aucune insertion n'est possible. L'idée sous-jacent de cette heuristique est que plus un client est difficile à insérer dans la solution, plus on essaie de l'insérer dans des solutions peu contraintes.

3 Résultats et Conclusions

Le découpage optimal est employé pour l'évaluation de chaque chromosome durant l'Algorithme Mémétique. L'heuristique IDCH est quant à elle employée pour l'initialisation de cinq individus sur quarante dans la population initiale, les autres étant initialisés aléatoirement. Les résultats sur les instances de Chao et al. [3] présentés en Tableau 1 donnent la somme des différences entre le meilleur profit connu et le profit obtenu par chaque méthode : ΔZ_{min} dans le pire des cas et ΔZ_{max} dans le meilleur des cas sur 3 exécutions. Seul ΔZ_{min} est indiqué si une seule exécution est reportée. On se compare aux résultats de Chao et al. [3] (CGW), Tang et al. [8] (TMH) et Archetti et al. [1] ($TS_{Penalty}$, $TS_{Feasible}$, VNS_{Fast} et VNS_{Slow}). POP_{init} désigne la meilleure solution de notre population initiale. Ces résultats démontrent clairement l'efficacité de l'Algorithme Mémétique par rapport à la littérature, mais également la bonne qualité de l'heuristique IDCH au regard de la proximité de ses résultats par rapport à certaines métaheuristiques. Le développement de ces travaux devrait conduire à l'introduction de prétraitements visant à améliorer les performances d'IDCH et la restriction du découpage optimal à un espace de recherche plus pertinent.

Références

1. C. Archetti, A. Hertz, and M.G. Speranza. Metaheuristics for the team orienteering problem. *Journal of Heuristics*, 13(1), February 2006.
2. J.E. Beasley. Route-first cluster-second methods for vehicle routing. *Omega*, 11 :403–408, 1983.
3. I-M. Chao, B. Golden, and E.A. Wasil. The team orienteering problem. *European Journal of Operational Research*, 88, 1996.
4. P. Moscato. *New Ideas in Optimization*, chapter Memetic Algorithms : a short introduction, pages 219–234. 1999.
5. C. Prins. A simple and effective evolutionary algorithm for the vehicle routing problem. *Computer & Operations Research*, 31, 2004.
6. R. Ruiz and T. Stutzle. A simple and effective iterated greedy algorithm for the permutation flowshop scheduling problem -. *European Journal of Operational Research*, 177, 2007.
7. M. Solomon. Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints. *Operations Research*, 35 :254–265, 1987.
8. H. Tang and E. Miller-Hooks. A tabu search heuristic for the team orienteering problem. *Computer & Operations Research*, 32, 2005.
9. G. Ulusoy. The fleet size and mixed problem for capacitated arc routing. *European Journal of Operational Research*, 22 :329–337, 1985.