

Une nouvelle mesure de distance pour l'ACVRP

Marie-Eléonore Marmion¹, Laetitia Jourdan¹, Clarisse Dhaenens¹

LIFL, Université Lille 1 ; Inria Lille-Nord Europe ; Parc Scientifique de la Haute Borne ;
40 avenue Halley, BâtA, Park Plaza ; 59650 Villeneuve d'Ascq

`marie-eleonore.marmion@inria.fr`

`laetitia.jourdan@inria.fr`

`clarisse.dhaenens@lifl.fr`

Mots-Clés : *ACVRP, distance.*

Le problème de tournées de véhicules avec contraintes de capacité (CVRP) est un problème d'optimisation combinatoire \mathcal{NP} -difficile rencontré par les entreprises de transport. Le but est de satisfaire la demande d'un ensemble de clients grâce à une flotte de véhicules ayant chacun une capacité limitée tout en minimisant la distance totale parcourue. Le problème asymétrique avec contraintes de capacité (ACVRP) est un cas particulier du CVRP plus proche de la réalité car il tient compte des spécificités des véhicules (capacité, gabarit...) et de la direction des tournées envisagées.

La présence de nombreux optima locaux rend la résolution de l'ACVRP difficile. L'analyse de paysage permet d'appréhender la structure d'une instance en étudiant l'espace des solutions et leur distribution, ainsi que les particularités d'une population d'optima locaux. Cette analyse *a priori* peut aider dans le choix des méthodes de résolution puis guider leur mise en œuvre. Plusieurs études d'analyse de paysage sur différents problèmes d'optimisation ont déjà été réalisées [1, 2, 5] et proposent des indicateurs pour connaître certaines propriétés d'une instance. Certains de ces indicateurs sont basés sur une distance entre deux solutions. Différents types de distance existent dans la littérature. On peut trouver des distances qui comparent les structures des solutions [2], des distances approximatives comme la distance de Hamming, des pseudo-distances ou encore des distances définies à partir d'un opérateur [4]. Ce dernier type de distance retient notre attention car un opérateur permet de définir le voisinage d'une solution puis ce voisinage de définir une distance. Bien que le problème de l'ACVRP soit important dans le domaine du transport, et de ce fait, déjà bien traité dans la littérature, il n'existe à ce jour pas de distance exacte permettant une analyse de paysage complète. Aussi, nous nous proposons de définir une distance exacte entre les solutions de l'ACVRP et de donner un algorithme pour la calculer. Cette distance pourra ainsi dans une étude suivante être utilisée pour analyser le paysage des instances de l'ACVRP.

Nous commençons par présenter la représentation des solutions de l'ACVRP choisie puis nous définissons la relation de voisinage utilisée. Celle-ci permet de définir une distance pour laquelle nous proposons un algorithme robuste de calcul.

Représentation des solutions Le problème de tournées de véhicules peut être vu comme une généralisation du problème de voyageur de commerce (TSP), où la demande des clients est la même, un seul véhicule est disponible et sa capacité est infinie. Une solution du TSP est généralement représentée sous forme d'une permutation : une liste ordonnée des clients à visiter. Nous avons repris cette idée et choisi de représenter une solution de l'ACVRP sous forme d'une liste ordonnée de clients entrecoupés de « zéros » délimitant les tournées. La solution donnée par la figure 1 est ainsi représentée par (0 1 3 2 0 4 7 5 0 6 0). Cette représentation permet de connaître facilement la tournée d'appartenance et l'ordre de visite de chacun des clients.

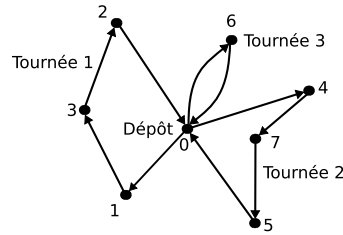


FIG. 1 – Solution d'un ACVRP avec 7 clients et 3 véhicules.

Opérateur de voisinage L'opérateur d'échange est un opérateur classique pour les permutations [3] que nous avons adapté à notre problème. Ainsi pour le ACVRP, l'opérateur agit en échangeant dans la liste soit deux clients soit un client et un zéro. Le voisinage d'une solution s de l'ACVRP correspond donc à l'ensemble des solutions s' telles qu'il existe un et un seul échange nécessaire pour passer de s à s' . La distance associée à ce voisinage entre deux solutions s_1 et s_2 est donc définie par le nombre minimal d'application de l'opérateur d'échange nécessaire pour passer de s_1 à s_2 (les axiomes de distance sont bien vérifiés). En outre, on montre que la distance maximale entre deux solutions est égale au nombre de clients.

Algorithme de distance Cette distance, même si elle est évidente, est assez compliquée à calculer du fait de la présence de plusieurs zéros. En effet, il faut être certain de trouver le nombre minimal d'échanges possibles pour passer d'une solution s_1 à une solution s_2 et donc que les échanges successifs rapprochent de plus en plus les deux solutions. Quand il s'agit de replacer un client, il suffit de le retrouver dans la liste puis d'échanger les places. En revanche, dans le cas d'un zéro, il est préférable de ne pas l'échanger car il se peut qu'aucun échange entre un client un zéro soit meilleur que les autres échanges envisageables. Le principe de l'algorithme est donc de replacer en premier tous les clients sans tenir compte des zéros. On remarque que tous les zéros sont ainsi automatiquement remplacés.

Expérimentations Des expérimentations sur un nombre différent de clients ($nbC = 10, 100$ et 1000), de véhicules ($nbV = 1$ et $5\% nbC, 20\% nbC$ et $50\% nbC$) et d'ordre du voisinage ($nbC/8, nbC/4, nbC/2, nbC - 1$ et nbC) ont permis de valider l'algorithme en montrant que la distance calculée était toujours égale à l'ordre de voisinage généré.

Références

- [1] V. Bachelet. *Métaheuristiques parallèles hybrides : application au problème d'affectation quadratique*. PhD thesis, Université des Sciences et Technologies de Lille, 1999.
- [2] M. Kubiak. *Distance measures and fitness-distance analysis for the capacitated vehicle routing problem*, volume 39 of *Operations Research/Computer Science Interfaces Series*, chapter 18, pages 345–364. Springer US, 2007.
- [3] T. Schiavinotto and T. Stützle. A review of metrics on permutations for search landscape analysis. *Computers and Operations Research*, 34 :3143–3153, 2007.
- [4] K. Sörensen. Path relinking for the vehicle routing problem using the edit distance. In *The 6th metaheuristics international conference*, pages 839–846. MIC2005, Vienna, Austria, 2005.
- [5] S. Verel, G. Ochoa, and M. Tomassini. The connectivity of NK landscapes' basins : a network analysis. In *Proceedings of Artificial Life Conference Alife XI*, pages 648–655, 2008.