Dial a Ride Problem avec transferts et division du chargement

Samuel Deleplanque, Alain Quilliot

Dial a Ride Problem avec transferts et division du chargement

Samuel Deleplanque[1], Alain Quilliot[1]

LIMOS, UMR CNRS 6158, Bât. ISIMA, Université BLAISE PASCAL, France

{deleplan, quilliot}@isima.fr

Mots-clés : *DARP, division, transfert, transbordement, propagation de contrainte.*

1 Le *Dial a Ride Problem*

Les transports à la demande partagés sont une possible solution aux problèmes de congestion, mais encore faudra-t-il savoir superviser une flotte de ce type de véhicules (que nous appellerons $\mathcal{VH}$). Le management de $\mathcal{VH}$ proposant un service de transports à la demande est lié aux Dial a Ride Problem(s) si nous nous en tenons à la littérature de la recherche opérationnelle. Nos précédents travaux [2] s'intéressaient à la version classique de ce problème, nous l'avons ici modifié dans le but d'en étudier de nouveaux : DARP avec division de chargement et DARP avec transfert (transbordement du chargement).

Le problème se présente ainsi : une flotte $\mathcal{VH}$ de $\mathcal{K}$ véhicules k homogènes et de capacité $\mathcal{CAP}$, un groupe de demandes $\mathcal{D}$ où chacune renseigne l'origine $o(d)$ et la destination $st(d)$, la durée Δ_d qui borne le temps de connexion entre les deux points, la charge $Q(d)$, deux fenêtres de temps du type $[F.min; F.max]$ (l'une pour l'origine, l'autre pour la destination) et enfin un réseau de transit $\mathcal{G}$. L'objet à déterminer est un ensemble de tournées accompagnées d'une date de service $t(k, x)$. Ces temps correspondent aux rendez-vous fixés avec chacun des usagers sur un nœud x de $\mathcal{X}$ rassemblant toutes les origines et destinations ainsi que les nœuds dépôts modélisant le début et la fin des tournées. Toutes les contraintes doivent être respectées : les véhicules doivent prendre en compte les différentes bornes temporelles par les usagers ainsi que leur propre capacité bornant le chargement total courant $ChT(x)$. Le planning de la flotte ainsi établi peut s'évaluer selon des points de vue économiques et/ou de qualité de service [1].

2 *Dial a Ride* avec transferts

Nous envisageons à présent la possibilité pour une demande d d'être satisfaite à l'aide de 2 véhicules différents $k1$ et $k2$, et d'un processus de correspondance en un nœud z du réseau $\mathcal{G}$ de départ. Implémenter le schéma d'insertion/propagation de [2] tout en exploitant cette possibilité de correspondance entre deux véhicules suppose d'être en mesure de gérer les points de correspondance. Afin de ne pas laisser la taille du réseau initial prendre le dessus sur le nombre de demandes, nous procédons de façon dynamique : le réseau sur lequel nous travaillons à chaque instant demeure le réseau réduit aux nœuds d'origine et destination des demandes, augmenté des nœuds de correspondance, créés de façon dynamique chaque fois que l'insertion d'une demande a impliqué la création d'un tel nœud. Les insertions testées pour une demande d donnée sont donc constituées de triplets (k, x, y) (où (x, y) les deux points d'ancrage pour l'insertion des deux nœuds de la demande dans la liste formant le planning du véhicule k) dans le cas des insertions simples et de sextuplets $(k1, x1, y1, k2, x2, y2)$ (soit 4 points d'ancrage et deux véhicules) dans le cas des insertions avec correspondances, et le nœud z de correspondance est alors généré comme le nœud réel de $\mathcal{G}$ le plus proche de ce que pourrait être un milieu de $y1$ et $x2$: la tournée $T(k1)$ est alors déroutée entre $y1$ et son successeur de façon à pouvoir déposer la charge $Q(d)$ en z et la tournée $T(k2)$ est déroutée entre $x2$ et le nœud suivant de façon à pouvoir alors prendre la charge $Q(d)$.

3 *Dial a Ride* avec divisions du chargement

Le *dial a ride* avec division de la charge utilise les mêmes méthodes que le DARP classique mais s'y ajoute la possibilité de diviser le chargement de chaque demande et de distribuer ces partitions sur plusieurs véhicules. Une demande d de $\mathcal{D}$ peut-être satisfaite par un nombre potentiellement infini de véhicules (pas nécessairement différents, un tel véhicule peut revenir chercher une autre partie du chargement). Ce nombre est bien évidement implicitement limité par les entrées du problème. Chacun de ces véhicules doit respecter les contraintes formées par d notamment Δ_d qui borne la durée délimitée par la date de la première prise en charge d'une partie de $Q(d)$ et la dernière date de son dépôt. Les algorithmes que nous présenterons sur la division du chargement constituent une adaptation de nos techniques d'insertion pour le cas général (cf. [2]) à base de propagation de contrainte et d'insertion. Le processus principal est gardé mais des différences substantielles sont tout de même à noter comme la distribution de l'ensemble du chargement d'une demande donnée sur un groupe de véhicules sélectionnés pour l'acheminement de la demande traitée ou encore la gestion des contraintes de temps (e.g. la durée maximum que doit prendre la connexion d'un usager). Nous verrons que l'insertion d'une demande d est constituée de 4-uplets (k, x, y, q_d) où la somme des q_d est égale à $Q(d)$.

4 Expérimentations

Nous avons réalisé divers scénarios que ce soit dans le problème avec division de chargement ou transbordement de celui-ci. Nous avons tenté de nouveaux tests sur les instances de Cordeau [1] mais nous avons surtout généré de nouvelles instances plus à même de traiter ces problèmes. Nous relevons ici une partie de nos résultats concernant la division du chargement en comparant les gaps obtenus entre une résolution du problème classique et celle présentée, l'objectif étant ici de minimiser les distances parcourues. *GapGlobal*, *GapRide*, *GapDist*, *GapSucces* et *GapInsert* correspondent respectivement aux gaps obtenus sur la durée globale des tournées, des temps de connexion des demandes, de la distance parcourue, du succès d'insertion d'un ensemble de demandes et du taux de rejet de celles-ci. Les trois premiers gaps seraient positifs et les deux derniers négatifs si la division de charge donnait à chaque fois de meilleurs résultats qu'une résolution classique. Nous remarquons que la division du chargement nous permet ici de remplir au mieux les véhicules et ainsi diminuer la taille de la flotte, le tout impliquant une diminution de près de 20% la distance totale parcourue par $\mathcal{VH}$ et *GapRide* nous montre que ces résultats s'obtiennent au détriment des temps de connexion qui augmentent. La division de la charge implique une meilleure *insérabilité* des demandes si l'on s'en réfère aux *GapSucces* et *GapInsert*. (cf. tableau 1).

$\mathcal{K}$	$\|\mathcal{D}\|$	*GapGlobal*	*GapRide*	*GapDist*	*GapSucces*	*GapInsert*
4	20	-1.3	-14.9	15.9	-16.5	-1.1
6	35	7.7	-11.0	18.0	-25.2	-0.8
8	50	8.6	-13.0	22.2	-48.5	-1.5
10	60	16.2	-7.2	22.5	-52.4	-1.4

TAB. 1 – Comparaison entre une résolution dite classique et une seconde avec division du chargement

Références

[1] J.F. Cordeau, G. Laporte. A tabu search heuristic for the static multi-vehicle dial-a-ride problem. *Transportation Research Part B*, volume 37, pages 579-594, 2003.

[2] S. Deleplanque, A. Quilliot, H. Toussaint. Insertion et propagation de contraintes pour le DARP. *13e congrès annuel de la Société française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, ROADEF 2012.