



**HAL**  
open science

## Insertion et Propagation de Contraintes pour le DARP

Samuel Deleplanque, Alain Quilliot, Hélène Toussaint

► **To cite this version:**

Samuel Deleplanque, Alain Quilliot, Hélène Toussaint. Insertion et Propagation de Contraintes pour le DARP. ROADEF 2012, Apr 2012, Anger, France. hal-00742182

**HAL Id: hal-00742182**

**<https://hal.science/hal-00742182>**

Submitted on 17 Oct 2012

**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, publi es ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou priv es.

# Insertion et Propagation de Contraintes pour le *DARP*

Samuel Deleplanque<sup>1</sup>, Alain Quilliot<sup>1</sup>, Hélène Toussaint<sup>1</sup>

LIMOS, UMR CNRS 6158, Bat. ISIMA, Université BLAISE PASCAL

**Mots-clés :** *DARP, Insertion, Propagation de Contraintes, Impératifs de Réactivité.*

## 1 Introduction au *DARP*

Les problèmes de *Dial/Ride* (*DARP*) concernent le routage et la construction d'horaires des véhicules devant acheminer des charges depuis des n oeuds *origine* vers des n oeuds *destination* à travers un réseau [1]. Les contraintes classiques portent sur la capacité des véhicules et l'existence de fenêtres de temps, les critères à optimiser combinant point de vue économique et qualité de service. Ce problème a aussi vocation à être trait e dans un **contexte dynamique** [1], avec prise en compte de mécanismes de communication usagers/véhicules. Les nouvelles générations de véhicules mettent en jeu plusieurs extensions à ce problème ( nergie, fiabilité etc.). Nous présentons différentes expérimentations autour de telles extensions, conçues à partir d'un schéma algorithmique commun, par *insertion/propagation* de contraintes, à **même de s'adapter à des impératifs de réactivité variables**.

## 2 Le problème standard

Soient  $G$  un réseau de transit, un ensemble de véhicules homogènes  $K$  de capacité  $C$  et un ensemble de demandes  $D$ . Une demande  $d$  de  $D$  est caractérisée par un n oeud origine  $o(d)$ , un n oeud destination  $st(d)$ , une borne supérieure  $\Delta(d)$  sur la durée du parcours de  $o(d)$  à  $st(d)$ , une charge  $ch(d)$ , et 2 fenêtres de temps  $F(o(d))$  et  $F(st(d))$  sur les dates de service de chaque demande sur les n oeuds origine et destination. Il faut alors planifier l'activité des différents véhicules de  $K$ , de telle sorte que chaque demande soit prise en charge par exactement 1 véhicule tout en respectant les contraintes. Le problème ainsi pos e peut être simplifi e en transformant  $G$  en un *réseau réduit complet*  $G^*$ , dont l'ensemble de n oeuds s'écrit exactement  $X = \{Depot, o(d), st(d), d \text{ dans } D\}$ , et se trouve accompagn e d'un tableau de distances  $DIST$ . L'objet à déterminer porte alors sur un ensemble de tournées  $T(k)$ ,  $k$  dans  $K$ , partant et revenant en *Dépôt*. Ces tournées sont *temporisées*, ce qui signifie que chaque n oeud  $x$  dans cette tournée est accompagn e d'une date de service  $t(x, k)$ ; pour chaque n oeud  $x$  dans une telle tournée  $T(k)$  on est alors en mesure de calculer sa charge courante  $Ch(x, k)$  qui ne doit pas excéder la capacité  $C$ . La performance est évaluée par :  $temps\text{-global} = \sum_k (t(Depot\text{-}Fin, k) - t(Depot\text{-}Debut, k))$ ,  $temps\text{-individuel} = \sum_d (T(st(d), k(d)) - T(o(d), k(d)))$ ,  $k(d)$  désignant le véhicule prenant en charge  $d$ , et  $temps\text{-attente} = temps\text{-global} - \sum_{k, x} DIST(x, succ(x, k))$ .

## 3 Traitement du *DARP* Standard par Insertion et Propagation de Contraintes

Nous traitons ici ce problème selon un schéma d'*insertion* : les demandes sont sélectionnées les unes après les autres et insérées dans les tournées  $T(k)$ ,  $k$  dans  $K$  en cours de construction, l'origine  $o(d)$  ( $st(d)$ )  tant insérée entre un n oeud  $x$  ( $y$ ) de  $T(k)$  et son successeur dans  $T(k)$ . Afin d'aider à la détermination, à chaque étape du processus, de la demande  $d$    insérer, de la tournée  $k(d)$  cible et des n oeuds d'insertion  $x$  et  $y$  dans  $k(d)$ , nous utilisons un procédé de

propagation de contraintes afin de maintenir à jour, pour chaque nœud  $x$  dans  $T(k)$ , sa fenêtre de temps courante  $[Min(x), Max(x)]$ , ainsi que, pour chaque demande  $d$  non insérée, la liste  $Aut(d)$  des véhicules  $k$  susceptibles de servir cette demande et des nœuds  $(x, y)$  d'insertion possibles dans  $T(k)$ . Le choix de la demande à insérer est effectué de façon aléatoire, priorité étant donnée aux demandes  $d$  telles que la longueur de la liste  $Aut(d)$  soit de petite taille. L'évaluation d'une insertion réalisable  $d \rightarrow (T(k), x, y)$ , met en jeu le même procédé de propagation de contraintes qui permet une estimation de cette insertion sur les 3 critères de qualité *temps-global*, *temps-individuel* et *temps-attente*. Le processus glouton ainsi défini et dûment « *randomisé* » peut être lancé  $N$  fois, la meilleure solution obtenue étant retenue.

## 4 Apprentissage et Exploration Arborescente Partielle

Les contraintes relatives aux fenêtres de temps peuvent être très serrées [1], c'est pourquoi nous proposons un **mécanisme d'apprentissage** préalable constitué d'un nombre  $N/2$  d'exécutions du processus d'insertion. Pour chacune de ces exécutions, les demandes en échec sont pénalisées. Nous l'intégrons dans un processus de *recherche arborescente* : les nœuds de branchement de l'arbre d'exploration sont associés à des situations où la demande  $d$  à insérer est telle qu'au plus 3 possibilités d'insertions  $d \rightarrow (T(k), x, y)$  sont possibles.

## 5 Les Contraintes de Fiabilité

Nous nous intéressons maintenant au cas où les véhicules sont partiellement autonomes, (Cycab, VIPA...). Un critère majeur est alors celui de la **fiabilité**, qui implique ici de minimiser le nombre de fois où chaque véhicule aura à procéder à des opérations de chargement/déchargement. Il est alors nécessaire de revenir au réseau  $G$  de départ et d'inclure dans les critères de qualité relatifs à une tournée **le nombre de nœuds d'arrêt de cette tournée**.

## 6 Tests Numériques

Les tests sont basés sur les instances types de Cordeau [2]. On nomme  $n$  le nombre de véhicules,  $K$  le nombre de demandes,  $cpu$  le temps CPU pour 100 répliquations,  $taux$  le taux de réussite pour la recherche d'une solution réalisable (certaines instances sont ici très serrées),  $W$ ,  $R$ ,  $D$  sont les valeurs de temps d'attente, de temps individuel de parcours et de temps global,  $WS$ ,  $RS$  et  $DS$  sont les mêmes valeurs calculées par la méthode Tabou de [1] :

Inst.	n, K	taux	D	R	W	Cpu(s)	DS	RS	WS	Cpus(s)
R2a	48.5	100	1622	1860	138	1.1	1985	1976	723	4836
R8a	72.6	100	2477	2236	85	4.6	2345	3691	410	12264
R9a	108.8	51	3470	3065	25	33.4	3155	5621	323	30306
R10a	144.10	3	4673	5152	118	76.0	4480	7163	721	52518

TAB. 1 – Résultats numériques

## Références

- [1] J.F.Cordeau, G. Laporte : Dial and Ride : models and algorithms ; An. OR 153-1, p 29-46, 2007.
- [2] J.F.Cordeau : A branch and cut algorithm for the Dialo/Ride ; Operations Res. 54-3, p 573-586, 2006.