



**HAL**  
open science

## Robustesse dans le DARP dynamique : anticipation des demandes

Samuel Deleplanque, Alain Quilliot

► **To cite this version:**

Samuel Deleplanque, Alain Quilliot. Robustesse dans le DARP dynamique : anticipation des demandes. ROADEF 2013, Feb 2013, Troyes, France. hal-00766174

**HAL Id: hal-00766174**

**<https://hal.science/hal-00766174>**

Submitted on 17 Dec 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, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Robustesse dans le DARP dynamique : anticipation des demandes

Samuel Deleplanque<sup>1,2</sup>, Alain Quilliot<sup>1</sup>

LIMOS, UMR CNRS 6158, Bât. ISIMA, Université BLAISE PASCAL, France  
Institut PASCAL - UMR CNRS 6602, Bât. LASMEA, Université BLAISE PASCAL, France  
{deleplan, quilliot}@isima.fr

**Mots-clés :** *DARP Dynamique, Anticipation, Robustesse, Tournées de Véhicules.*

## 1 Objectif & contexte

Le *Dial a Ride Problem* (DARP) est un problème d'optimisation combinatoire associé aux transports à la demande. La résolution d'un tel problème consiste à créer les routages d'une flotte de  $K$  véhicules et fixer des rendez-vous pour chaque demande  $d \in D$  des usagers de façon à respecter l'ensemble des contraintes fournies par ces derniers et le système de transport. Les véhicules ne doivent ni transporter plus de passagers que leur capacité  $CAP$  leur permet ni dépasser une durée maximum de tournée  $\Delta_k$ . Les usagers formulent des demandes et ces dernières modélisent des contraintes temporelles : le temps maximum de connexion  $\Delta_d$  d'une origine jusqu'à une destination, chacune des deux déjà associée à une fenêtre de temps [1]. Nos premiers travaux [2] sur le DARP consistaient à insérer successivement des demandes dans les routes  $\Gamma = \Gamma(k), k = 1..K$  des  $K$  véhicules au travers d'une heuristique gloutonne randomisée mais, à chacune de ces insertions, il était peu tenu compte de leur impact sur la difficulté qu'il pourrait y avoir à traiter les demandes restantes  $D1$  de  $D$ . Nous nous sommes alors penchés sur l'aspect dynamique du problème. Une fois passée une première série d'insertions, les usagers sont prévenus de leur prise en charge et des dates de rendez-vous avec le véhicule (une pour l'origine, l'autre pour la destination). Des lors qu'elles sont communiquées, le système ne peut les modifier, en tout cas pas au-delà d'une marge d'erreur autorisée. Les tournées devenant alors de moins en moins flexibles avec le temps, nous posons la problématique suivante : comment procéder à ces insertions de façon à garder une certaine souplesse des tournées tout en anticipant les demandes futures ?

## 2 Anticipation : Mesure et Optimisation de l'*Insérabilité*

### 2.1 Mesure de l'*Insérabilité*

L'*Insérabilité* d'une demande  $d$ , que nous noterons  $Inser(d, \Gamma)$ , peut varier selon :

- la géographie de la demande. Si une demande  $d \in D1$  marginale en espace est insérée, le véhicule la traitant va devoir parcourir un long chemin bien loin des autres demandes de  $D1 - d$ . L'*Insérabilité* de ces dernières se voit largement diminuée dans la tournée du véhicule prenant  $d$  en charge ;
- la charge de la demande. L'insertion de  $d \in D1$  au chargement important, comme un groupe d'individus, implique également une diminution de l'*Insérabilité* des demandes de  $D1 - d$  ;
- l'amplitude des fenêtres de temps. Une fois  $d \in D1$  insérée, la propagation de contrainte sur les fenêtres de temps ([2]) les contracte tel que la durée qui en résulte pour tout  $t(n)$ ,  $t(n)$  rendez-vous fixé dans l'espace d'une fenêtre de tout noeud  $n$ , respecte l'ensemble des

contraintes temporelles le long de la tournée. L'amplitude des fenêtres résultantes de cette propagation pour  $d \in D1$  donnée exprime un certaine *Insérabilité* de cette dernière.

Dans nos précédents travaux [2], nous nous concentrons sur la résolution d'instances de DARP à contraintes temporelles serrées. Nous nous focaliserons à nouveau sur ce dernier point et donc porterons de l'intérêt sur une mesure d'*Insérabilité* du troisième type décrit ci-dessus. Cette mesure  $Inser(d, \Gamma)$  sera alors définie ici comme suit :

- $Inser(d, \Gamma) = \sum_k Inser1(d, \Gamma(k))$ ;
- Pour toute tournée  $\gamma$ ,  $Inser1(d, \gamma) = \text{Max}_{x,y} Inser2(d, \gamma, x, y)$ ,  $x$  et  $y$  désignant ici les possibles couples d'insertion pour l'insertion de  $d$  dans  $\gamma$ ;
- $Inser2(d, \gamma, x, y) = U.Or(d, \gamma, x, y).U.Dest(d, \gamma, x, y)$ ,  $U.Or(d, \gamma, x, y)$  et  $U.Dest(d, \gamma, x, y)$ , désignant les amplitudes respectives des fenêtres associées à l'origine et la destination de  $d$ , si l'insertion de  $d$  dans  $\gamma$  selon le couple d'insertion  $(x, y)$  est effectuée.

La quantité  $Inser2$  n'a que pour objectif d'éviter tout rejet de demandes. Il serait bien sûr possible d'intégrer des éléments spécifiquement liés à la qualité de l'acheminement.

## 2.2 Optimisation de l'*Insérabilité*

Soit donc  $\Gamma = (\Gamma(k), k = 1..K)$  l'ensemble des tournées courantes,  $d_0$  la demande cible, identifiée selon les mécanismes en vigueur dans le cas standard, et  $D1$  l'ensemble des demandes qu'il restera à insérer une fois  $d_0$  traitée. Soit  $Insertion(\Gamma, d_0, k, x_0, y_0)$  désignant le nouvel ensemble de tournée  $\Gamma$  obtenu après insertion de  $d_0$  dans  $\Gamma(k)$  ancrée par le couple  $(x_0, y_0)$ , la propagation ayant été faite de cette insertion sur les fenêtres de temps, le Problème de l'Optimisation de l'*Insérabilité* peut se formuler comme suit :

{Calculer la tournée  $k$  et les deux points d'insertion  $x$  et  $y$ , de telle sorte que la quantité résultante  $\text{Min}_{d \in D1} Inser(d, Insertion(\Gamma, d_0, k, x_0, y_0))$  soit la plus grande possible.}

Le problème ainsi posé l'est de façon "pure". Dans la pratique, il faudra combiner ce critère d'*Insérabilité* avec les autres critères de qualité de l'insertion : durée globale des tournées obtenues, durées des acheminements des demandes, durée des attentes... (cf. [2]). Un point sensible, non abordé jusque là, tiendra à la prise en compte dans la performance des demandes non traitées : si l'on admet qu'il n'est pas possible de traiter toutes les demandes, alors la stratégie du choix de la demande cible est susceptible d'être remise en cause. Il peut en effet s'avérer plus efficace de faire l'impasse sur une demande qui semble très difficile à traiter que de la placer en priorité, comme cela a été le cas jusqu'à présent, au risque de rendre plus difficile l'insertion des autres demandes.

Nous avons intégré ce problème au sein d'un contexte dynamique. Nous optimisons la robustesse du système en couplant ce problème d'*Insérabilité* avec les distributions de demandes susceptibles d'apparaître dans les périodes futures.

## Références

- [1] J.F. Cordeau, G. Laporte. The dial-a-ride problem : models and algorithms. *Annals of Operations Research*. 153(1) :2946. 2007.
- [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.