

# Routage de camions dans le secteur du BTP

## Projet Orlogès

Sylvain Rosembly<sup>1</sup>   Nathalie Bostel<sup>2</sup>   Pierre Dejoux<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Master ORO - Ecole des Mines de Nantes

<sup>2</sup>Ecole des Mines de Nantes, IRCCyN

<sup>3</sup>Université de Nantes, IRCCyN

GT Transport et Logistique  
Paris le 14/06/2011

# Plan

- 1 Problème
- 2 Propriétés
- 3 Méthode de résolution
- 4 Premiers résultats
- 5 Conclusion

# Problème

# Problématique

## Luc Durand TP

Activités principales :

- Construction
- Approvisionnement des sites

## Approvisionnement

- Flotte de 50 camions + location possible
- $\approx 55\%$  de la distance parcourue est en charge
- Augmenter l'efficacité ?

## Problématique

⇒ **Planificateur de tournées de camions pour une semaine**

# Matériaux



## Plusieurs types

- Gravier
- Sable
- Argile
- ...

# Sites



## Types de sites

- Chantiers
- Plateformes de stockage
- Carrières
- Dépôts

# Requêtes et capacités

Chaque site spécifie ses besoins et capacités pour la semaine à venir

## Requêtes

- Type : d'*import* ou d'*export*
- Matériau
- Quantité
- Intervale de temps

## Capacités

- Similaires aux requêtes mais optionnelles
- Considérées infinies

Il faut satisfaire les requêtes au moindre coût

# Transports

## Contraintes sur les transports

- Doivent être *directs* : séquence *charger-bouger-décharger*
- Un matériau à la fois
- Camion pas forcément plein

## Trois cas

Un transport peut relier :

- Une requête d'export à une requête d'import
- Une capacité d'export à une requête d'import
- Une requête d'export à une capacité d'import

En général, les requêtes sont grosses et génèrent plusieurs visites



# Vehicules



## Propriétés

- Flotte hétérogène
- Tout camion peut transporter tout matériau
- Des camions supplémentaires peuvent être loués

## Autres contraintes

### Conduite

En gros :

- Au moins 45 minutes de pause après 4h30 de conduite
- 9 heures de conduite par jour maximum

### Sites

- Restrictions d'accessibilité
- Heures d'ouverture propres
- Capacité de chargement limitée

# Propriétés

# Caractérisation

Selon Berbeglia et al. (2007)

Many-to-many vehicle routing problem

Selon Parragh et al. (2008)

Pickup and delivery vehicle routing problem

## Originalité

Combinaison de :

- Flotte hétérogène
- Requêtes demandant plusieurs visites

⇒ Nombre de visites inconnu

+ contrainte de transport direct

## Problèmes similaires (1/2)

### Francis, Zhang, and Smilowitz (2007)

Multi-resource routing problem (MRRP, redistribution de remorques)

- Similaire mais véhicules de capacité unitaire
- Heuristique à base de génération de colonnes

### Flisberg, Lidén, and Rönnqvist (2009)

Routage de camions de bois

- Similaire mais pas de contrainte de transport direct
- Méthode en deux phases : formation de tâches puis VRPTW

## Problèmes similaires (2/2)



### Venkateshan and Mathur (2011)

#### Transport de matériaux

- Nombre de visites non connu a priori
- Similaire mais offres et demandes pairées
- Résolution exacte avec une génération de colonne spécialisée

# Méthode de résolution

## Deux phases

Problème difficile à appréhender avec de nombreuses contraintes.  
Instances à résoudre de tailles conséquentes.

⇒ une méthode heuristique ou méta-heuristique semble appropriée

### Phase I

Fixe une liste de tâches de transport satisfaisant les requêtes

### Phase II

Résout un VRPTW asymétrique avec les tâches de transport comme clients

Méthode inspirée de Flisberg, Lidén, and Rönnqvist (2009) et de Francis, Zhang, and Smilowitz (2007).



# Tâches de transport

## Deux types

- Tâches *bien définies* : transport entre deux requêtes données avec un type de camion donné
- Tâches *flexibles* : transport entre une requête et n'importe quelle capacité compatible avec un type de camion donné

## Propriété

L'exécution d'une liste de tâches valide assure la satisfaction des requêtes

# Phase I

## Objectif

Fixer une liste de tâches telle que :

- l'exécution des tâches satisfasse les requêtes
- le coût des transports à plein soit réduit
- phase II puisse construire de bonnes solutions

## Méthode

MILP minimisant :

- une estimation du coût de transport à plein
- les pics d'utilisation des camions

## Phase II

### Problème

Problème similaire à un VRPTW utilisant les tâches de la phase I comme clients.

Résolution :

- Création d'une solution initiale
- Amélioration avec une Recherche à Voisinage Variable (VNS)

### Structure d'une solution

- Solution : liste de tours
- Tour : emploi du temps d'un camion de type donné un jour donné. C'est une liste de tâches/clients.

## Phase II : Evaluation

### Gestion des pauses

- Hors structure
- Positions des pauses déduites de la structure avec une heuristique

### Coûts et violations

- Coûts de routage
- Coûts de location
- Violation de capacité d'accueil de site
- Violation de fenêtre de tâche
- Violation de durée max de conduite

## Phase II: Première solution

### Heuristique gloutonne

- Solution initialement vide
- Trie les tâches, les plus strictes en premier
- Ajoute chaque tâche dans la meilleur position
- Considère aussi la création de nouveaux tours

## Phase II: Recherche à voisinage variable

### Mouvements

- *2-Opt*
- *Cross* : coller le début d'un tour avec la fin d'un autre et inversement
- *Relocate* : bouger une tâche
- *Exchange* : permuter deux tâches

### Travail en cours...

- Pour l'instant : Descente à voisinage variable
- Objectif : VNS classique avec *shaking* et recherche locale

# Premiers résultats

# Conclusion

## Améliorations à apporter

- Tests avec données réelles
- Etude de la qualité des solutions
- Etude de l'impact des paramètres de l'algorithme
- Reformation des tâches de transport (mouvement du VNS)

## Un problème ouvert

- Optimiseur  $\Leftrightarrow$  pratiques de l'entreprise
- Demandes avec profits ?



# Références

- G. Berbeglia, J.-F. Cordeau, I. Gribkovskaia, G. Laporte, Static pickup and delivery problems: a classification scheme and survey, *Top 15* (2007) 1–31.
- S. Parragh, K. Doerner, R. Hartl, A survey on pickup and delivery problems, Part II: Transportation between pickup and delivery locations, *Journal für Betriebswirtschaft* 58 (2008) 81–117.
- P. Francis, G. Zhang, K. R. Smilowitz, Improved modeling and solution methods for the multi-resource routing problem, *European Journal of Operational Research* 180 (2007) 1045–1059.
- P. Flisberg, B. Lidén, M. Rönnqvist, A hybrid method based on linear programming and tabu search for routing of logging trucks, *Comput. Oper. Res.* 36 (2009) 1122–1144.
- P. Venkateshan, K. Mathur, An efficient column-generation-based algorithm for solving a pickup-and-delivery problem, *Comput. Oper. Res.* 38 (2011) 1647–1655.