## Un vaste voisinage pour le problème de tournées de véhicules

Guillaume Pinot

Kardinal, Paris, France

ROADEF 2022



## Table des matières

- 1 Problématique
- 2 Le voisinage
- 3 Expérimentations
- 4 Conclusion et perspectives



## Introduction

#### Utilisation de la recherche locale pour le VRP :

- Efficace
- Littérature abondante
- Robuste aux multiples contraintes

#### Inconvénients:

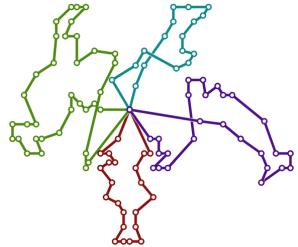
- Paramétrage délicat
- Sortir d'un minimum local
- Difficulté à minimiser le nombre de véhicules



## **Un minimum local**

Problématique

0000





## Décomposition du VRP

- Séquencement des visites sur un véhicule (Travelling Salesman Problem)
  - Vérificateur de contraintes paresseux
  - Recherche locale (2-opt, etc.)
- Affectation des visites aux véhicules (Set Packing Problem)
  - Mouvement simples (ajout d'une visite, suppression d'une visite, déplacement d'une visite)
  - Choix dans un ensemble d'affectations candidates



## Table des matières

- 2 Le voisinage



## **Génération des candidats**

Soit un ensemble de groupes de visites, une tournée candidate est une tournée existante à laquelle on peut :

- ne rien changer
- enlever un groupe
- ajouter un groupe
- enlever un groupe et ajouter un groupe

On obtient un problème de set packing classique, que l'on peut facilement résoudre avec un MILP.



- Distance : intervalle de temps
- Linkage : single



- Distance : intervalle de temps
- Linkage : single



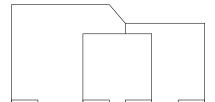


- Distance : intervalle de temps
- Linkage : single



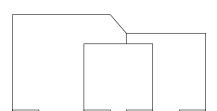


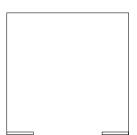
- Distance : intervalle de temps
- Linkage : single





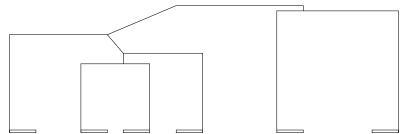
- Distance : intervalle de temps
- Linkage : single







- Distance : intervalle de temps
- Linkage : single





## **Quelques mouvements inclus**

#### Grâce aux groupes à une visite :

- échange de 2 visites entre 2 tours
- rotations de n visites entre n tours
- déplacement en chaîne de n visites sur n+1 tours

Grâce aux groupes contenant toutes les visites du tour :

fusion de 2 tours en un seul

Grâce à la hiérarchie des groupes :

- répartitions des visites d'un tour sur plusieurs tours
- répartitions d'un grand nombre de visites d'un tour sur plusieurs tours
- des combinaisons de tous ça



#### Table des matières

- Problématique
- 2 Le voisinage
- 3 Expérimentations
- 4 Conclusion et perspectives



## VRPTW: instances 100 visites de Solomon

#### Algorithme GRASP: 10 itérations

- Glouton aléatoire tirage sur les 2 meilleurs insertions
- Tant qu'il y a amélioration :
  - Descente réaffectation d'une visite
  - Vaste voisinage

#### Résultats :

- C20x : Toujours «optimal» sauf 1 (chemin améliorable)
- RC20x: «Optimal» vehicule 4/6, durées dans 3-13%



## **Instance industrielles**

#### Quelques résultats :

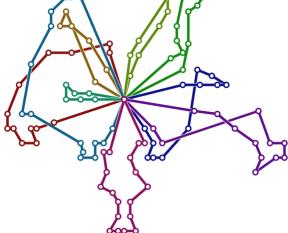
- meilleurs utilisations des véhicules aux caractéristiques différentes (diminution de 20 à 9 ressources sur certaines instances)
- Fonctionne sur une grande variété de problèmes (P&D, TW, flotte hétérogène, etc.)
- Efficace même sur les très gros problèmes (à 3000 visites) en limitant le nombre de groupes



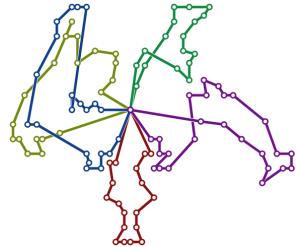
## VRPTW C203 : exemple d'exécution

- Première solution : minimum local (pas d'amélioration en déplacant une visite)
- Méthode d'insertion : meilleure insersion successive, suivi d'une recherche locale 2-opt
- Durée de génération des candidats : 45s environ
- Durée de résolution du Set Packing Problem : 15s environ
- Durée totale d'exécution : 5 min



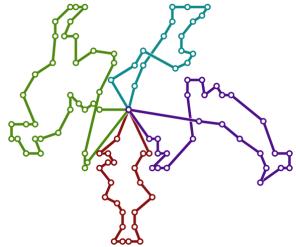




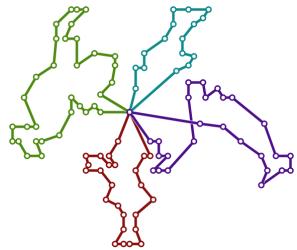




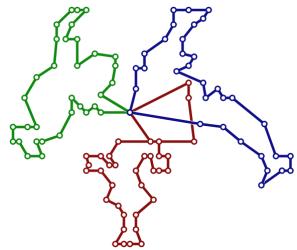
## VRPTW C203: itération 2



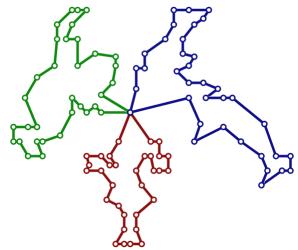














#### Table des matières

- Problématique
- 2 Le voisinage
- 3 Expérimentations
- 4 Conclusion et perspectives



## **Conclusions**

#### Un nouveau vaste voisinage:

- Flexible et simple
- Permet de sortir des minima locaux
- Efficace pour minimiser le nombre de véhicules



## **Perspectives**

- Explorer différentes méthodes pour générer le regroupement hiérarchique :
  - métriques
  - critères de regroupement
- Sélectionner un ensemble pertinent de groupes permettant de trouver de bonnes solutions



# Un vaste voisinage pour le problème de tournées de véhicules

Guillaume Pinot

Kardinal, Paris, France

ROADEF 2022

