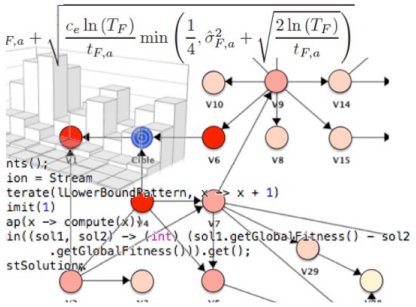
INFO PROJET 04

VRP – Vehicle Routing Problem

Stéphane BONNEVAY

Polytech Lyon
Laboratoire ERIC
stephane.bonnevay@univ-lyon1.fr
me.theragoia.fr



janvier 2025

SUJET

Sujet du Projet : VRP - Vehicle Routing Problem

Spécialité concernée : INFO – Recherche Opérationnelle et Optimisation Combinatoire

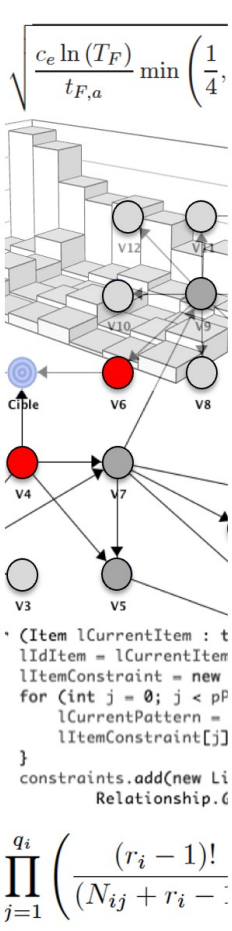
Nom du responsable du Projet : Stéphane BONNEVAY
Coordonnées du responsable du Projet : stephane.bonnevay@univ-lyon1.fr

Nombre d'étudiants pouvant travailler sur ce Projet : 3

Résumé du sujet :

Le problème de tournées de véhicules (VRP - « Vehicle Routing Problem ») consiste à déterminer automatiquement les itinéraires de plusieurs véhicules de livraison qui doivent livrer un ensemble de clients. L'objectif est de minimiser la distance totale parcourue par l'ensemble des véhicules.
Pour résoudre ce problème, vous implémenterez une méthode de descente, ainsi qu'un recuit simulé.
Vous devrez également réaliser une visualisation de ces itinéraires sur une carte géographique.
Les développements se feront en **Python**.

1 SEUL VÉHICULE - SANS CONTRAINTE (HORAIRE, CAPACITÉ, …)



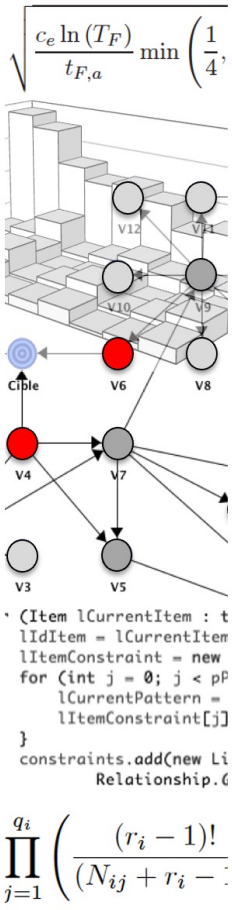
Soient n villes.

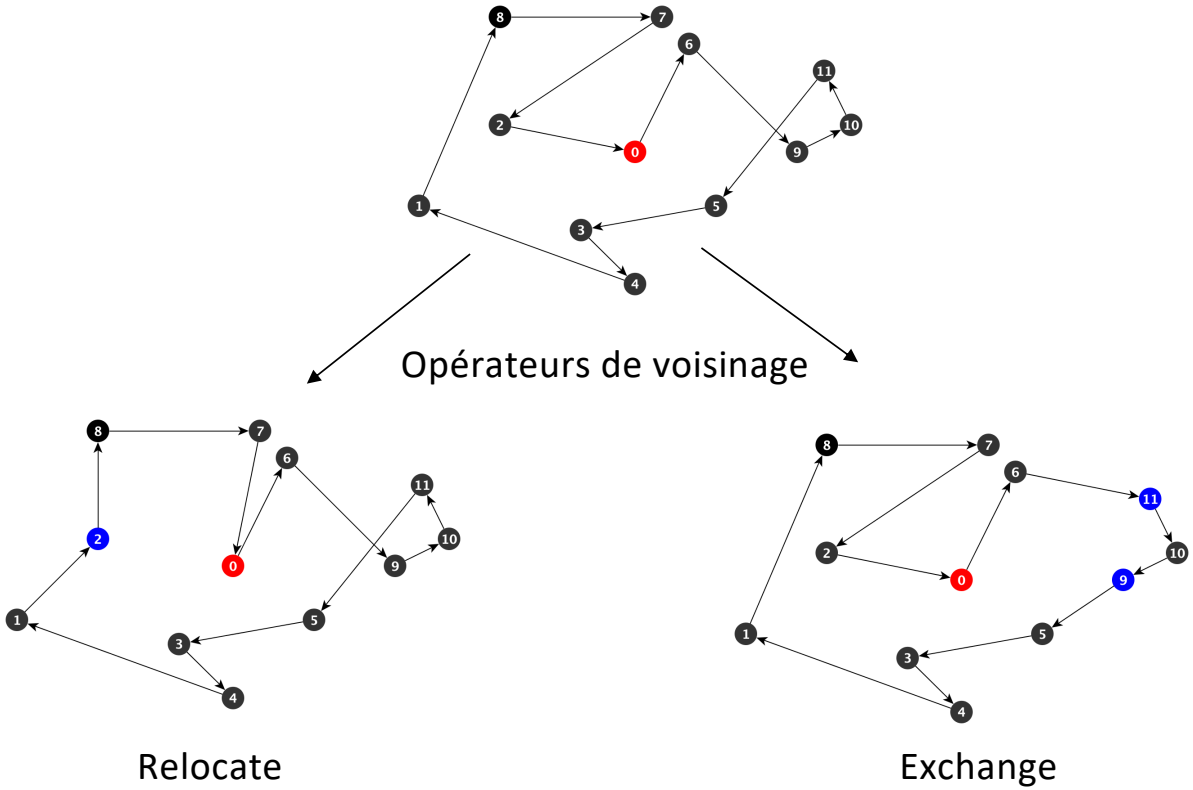
Comment trouver le trajet de longueur minimale passant par toutes les villes et revenant à la ville de départ ?

http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/

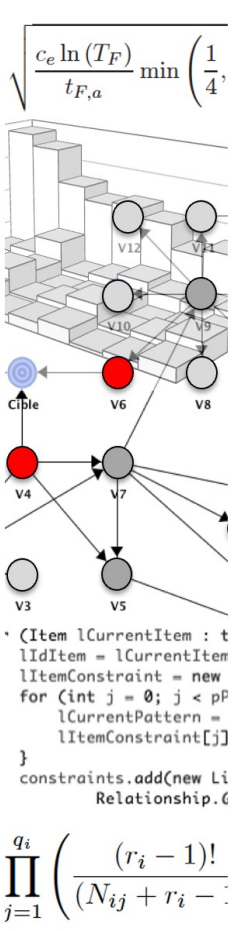
1 SEUL VÉHICULE - SANS CONTRAINTE (HORAIRE, CAPACITÉ, …)

Résolution par Métaheuristiques – exemple de méthodes à base de voisinage :





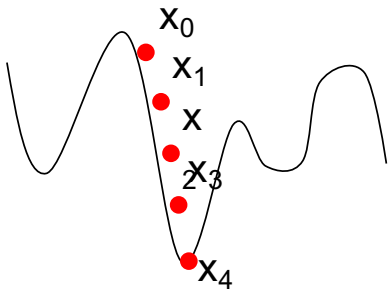
1 SEUL VÉHICULE - SANS CONTRAINTE (HORAIRE, CAPACITÉ, …)



La méthode de descente (Hill-Climbing) est une méthode gloutonne

> construction d'une suite de solution x_0, x_1, x_2, …, jusqu'à un minimum locale.
>
> > toutes les solutions voisines sont moins bonnes

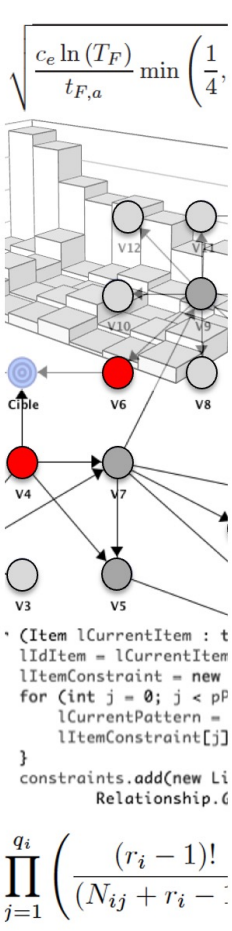
function HILL-CLIMBING(x_0 : initial solution)
  $i \leftarrow -1$
  repeat
    $i \leftarrow i + 1$
    Select $x_{i+1} \in V(x_i)$ *such as* $f(x_{i+1}) = min\{f(y)/y \in V(x_i)\}$
  until $f(x_{i+1}) > f(x_i)$
  return x_i
end function

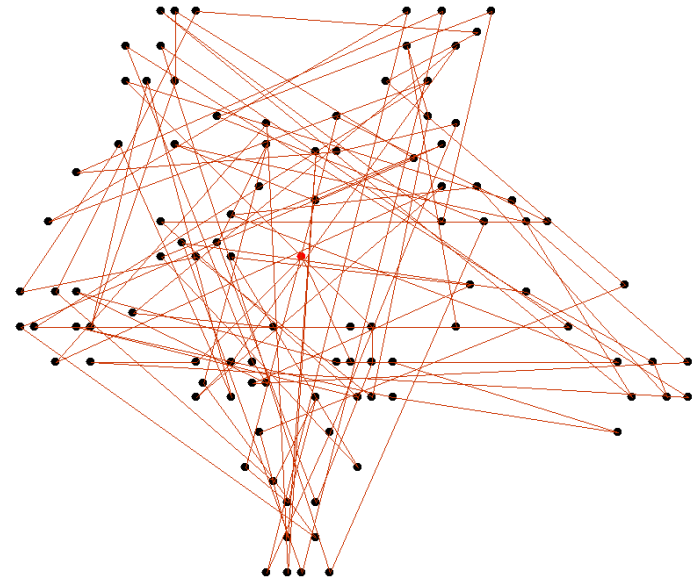


dépend de x_0 ⇒ à exécuter plusieurs fois avec des x_0 différents.

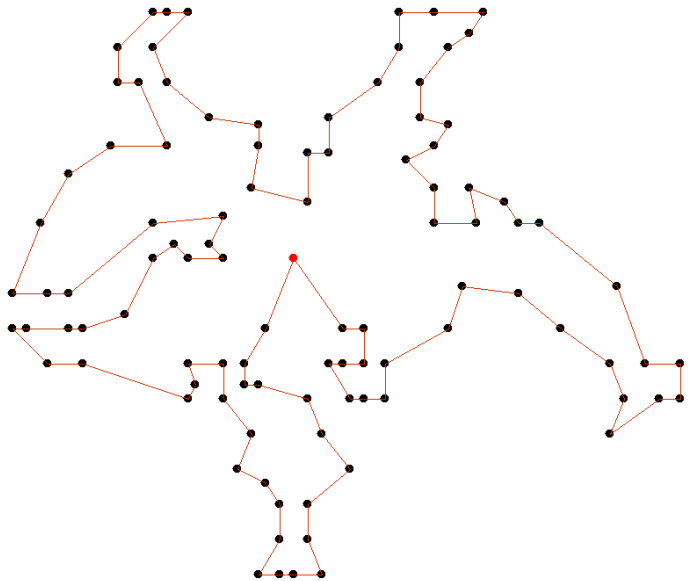
1 SEUL VÉHICULE - SANS CONTRAINTE (HORAIRE, CAPACITÉ, …)

Résolution par Métaheuristiques – exemple de méthodes à base de voisinage :





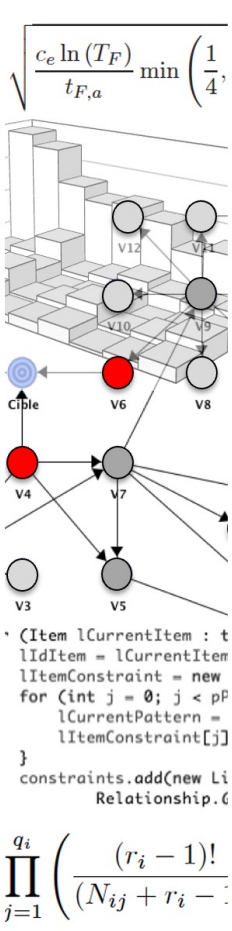
cvrp_C201 Fitness : 3993,37 – Nb Vehicles : 1



cvrp_C201 Fitness : 579,56 – Nb Vehicles : 1

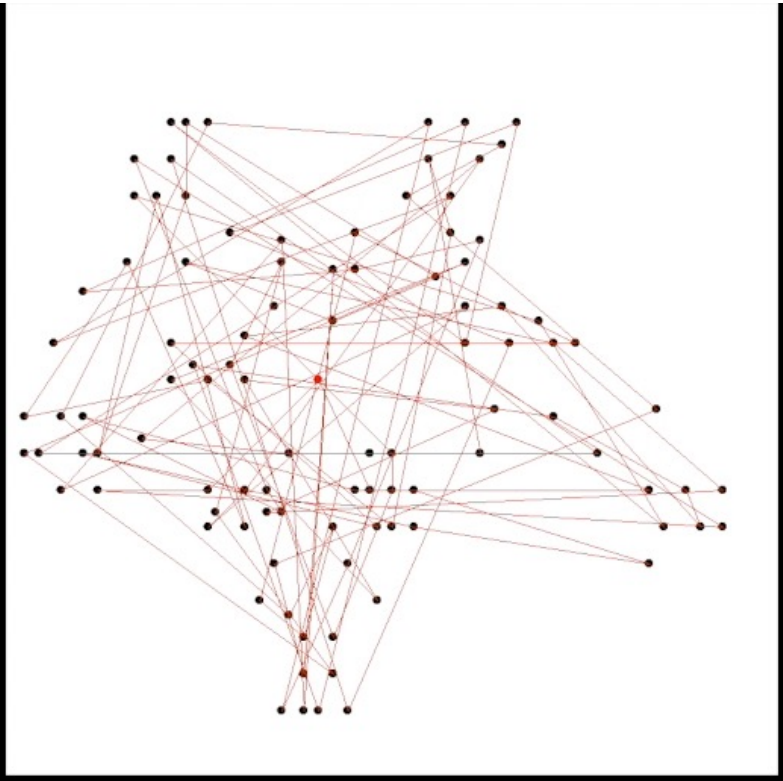
1 SEUL VÉHICULE - SANS CONTRAINTE (HORAIRE, CAPACITÉ, …)

Résolution par Métaheuristiques – exemple de méthodes à base de voisinage :



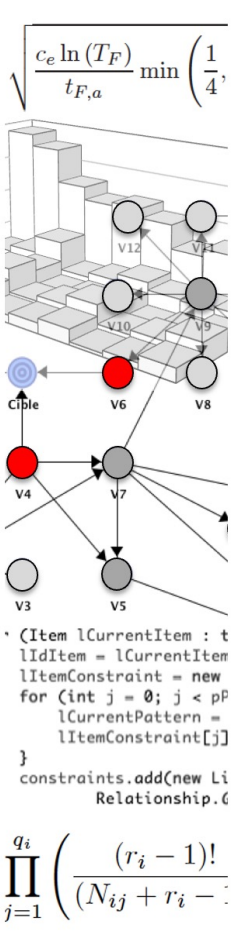
TSP

Voisinage :
- Relocate
- Exchange
- 2-Opt

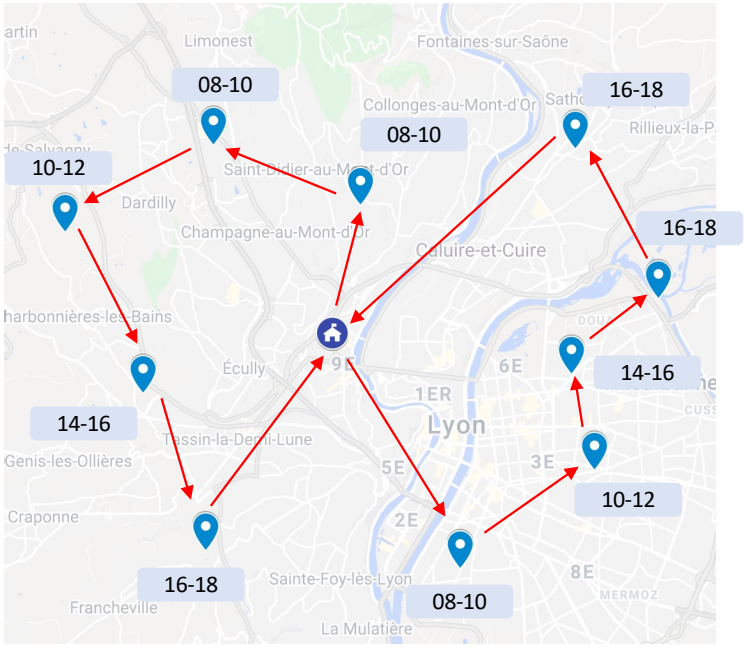


Résultat d'une exécution à partir d'une solution initiale générée aléatoirement

PLUSIEURS VÉHICULES - AVEC DES CONTRAINTES HORAIRES



Etant donnés n clients à livrer et k véhicules de livraison, déterminer la meilleure façon de livrer ces n clients à partir d'un dépôt avec ces k véhicules en minimisant la distance totale des trajets de tous les véhicules.



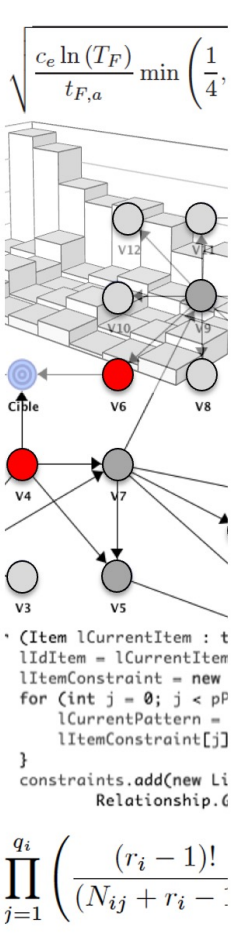
Données et contraintes :

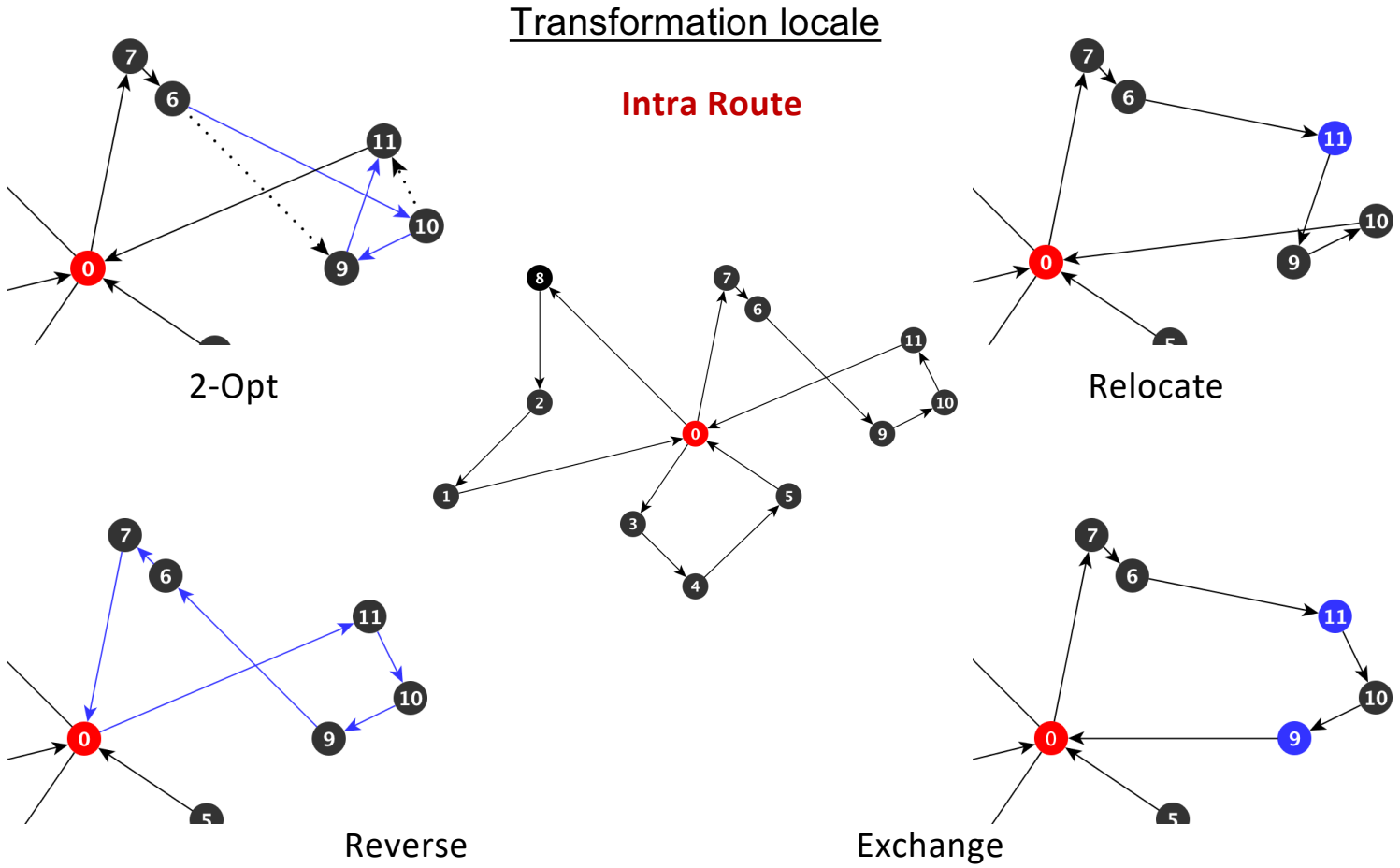
- Coordonnées GPS des clients et du dépôt
- Plage horaire de livraison par client
- Nombre de colis par client
- Temps de livraison estimé par client
- Capacité maximum de chaque véhicule
- Contraintes horaires des chauffeurs

Objectif :

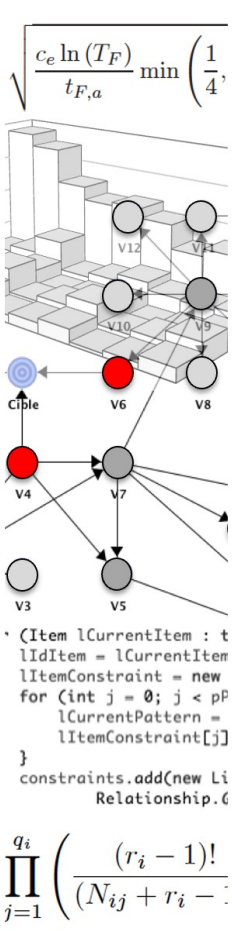
Organiser la tournée de chaque véhicule en respectant les plages horaires des clients, les capacités des véhicules et toutes les autres contraintes, tout en minimisant la distance totale.

PLUSIEURS VÉHICULES - AVEC DES CONTRAINTES HORAIRES



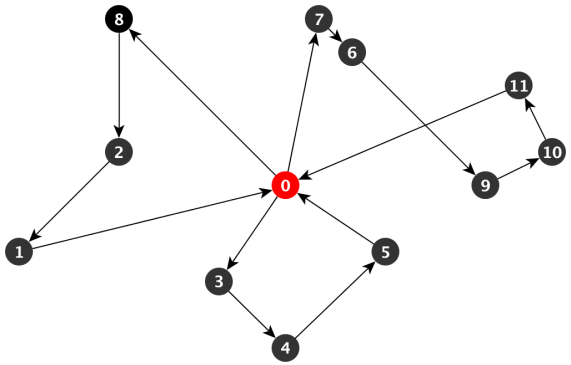


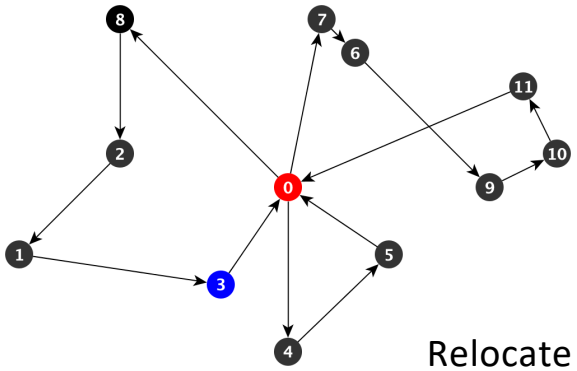
PLUSIEURS VÉHICULES - AVEC DES CONTRAINTES HORAIRES



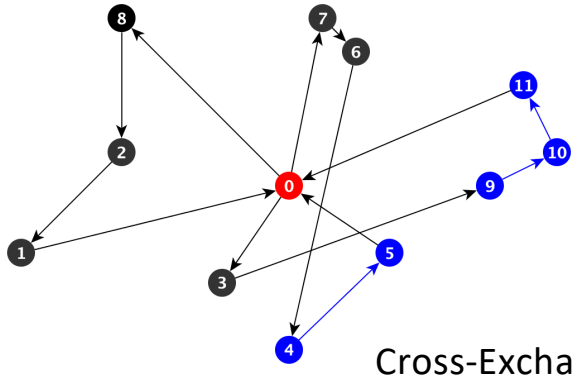
Transformation locale

Inter Route

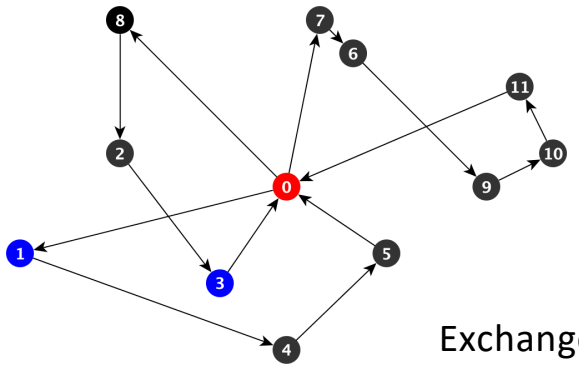




Relocate



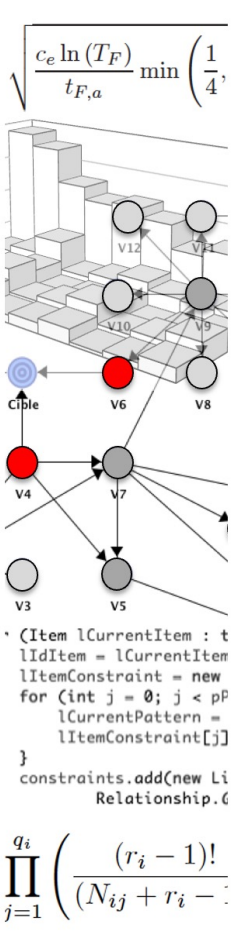
Cross-Exchange

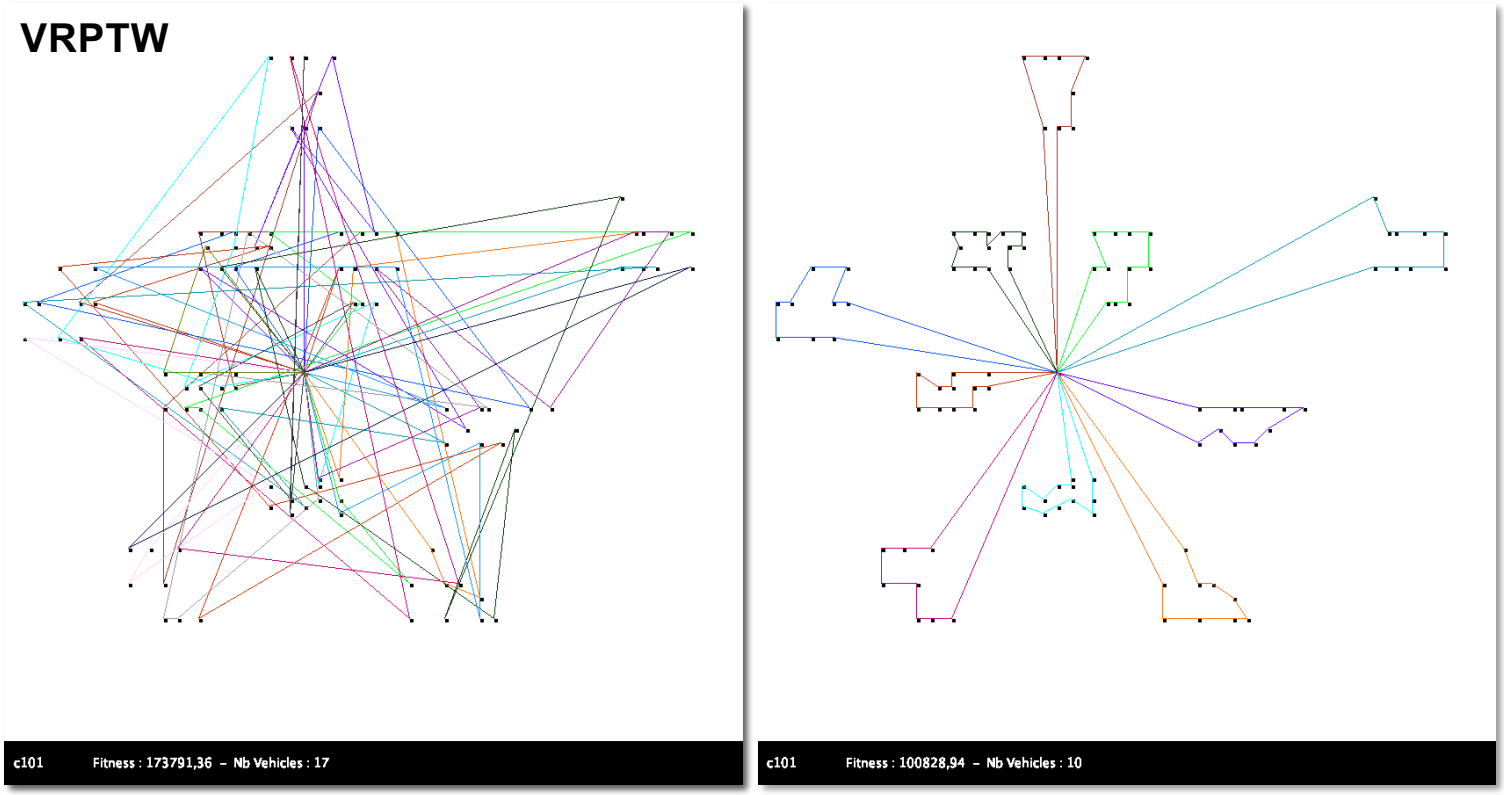


Exchange

PLUSIEURS VÉHICULES - AVEC DES CONTRAINTES HORAIRES

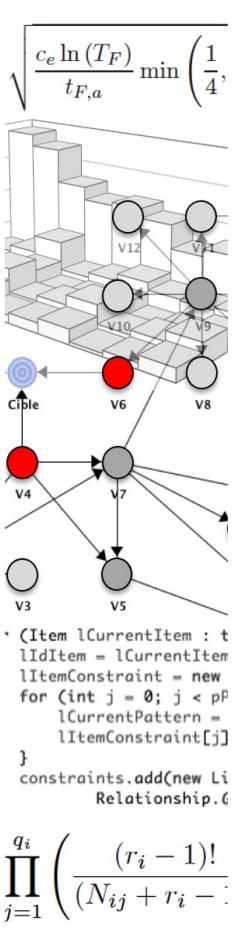
Résolution par Métaheuristiques (algorithmes génétiques, recuit simulé, …)

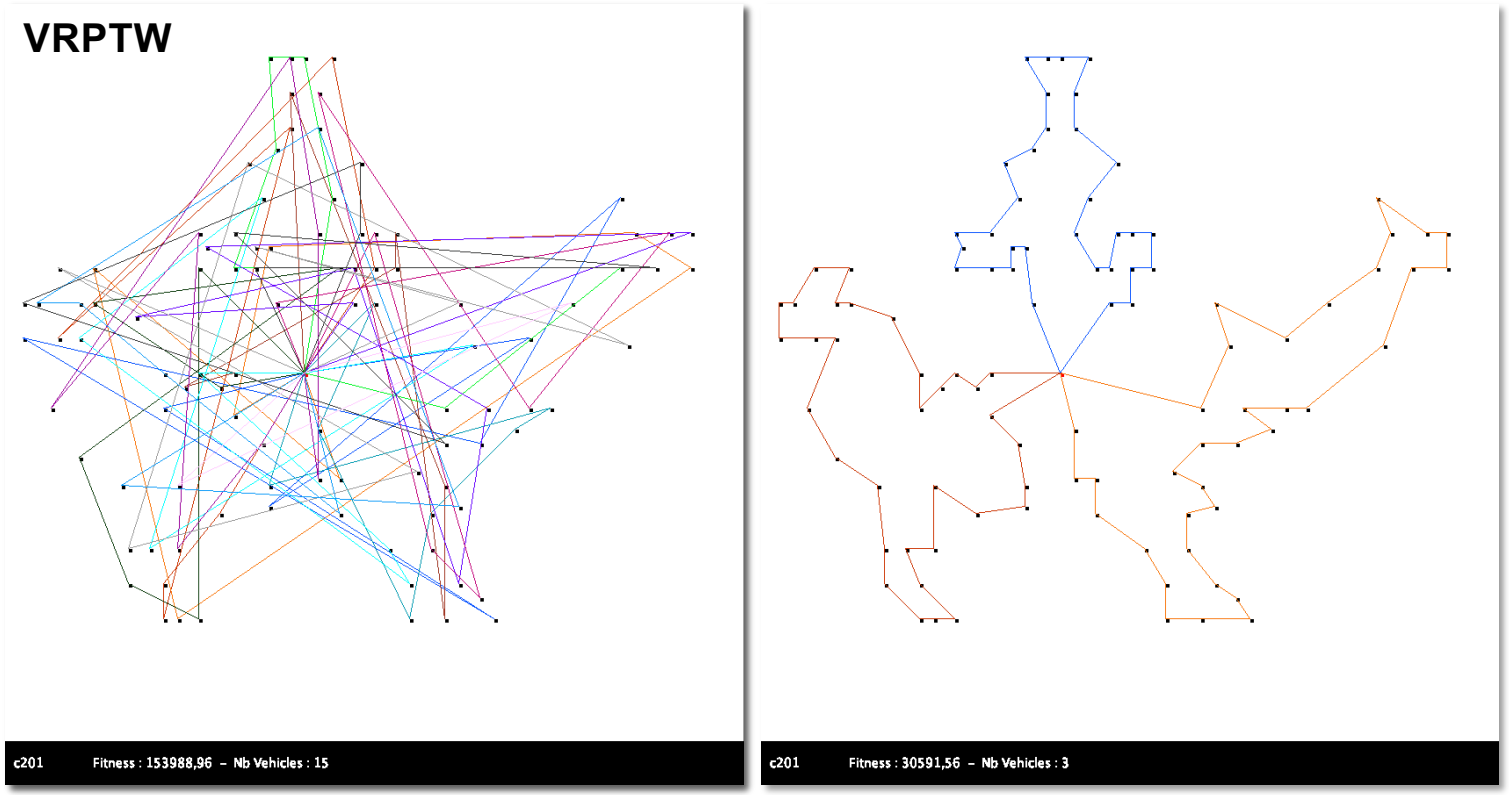




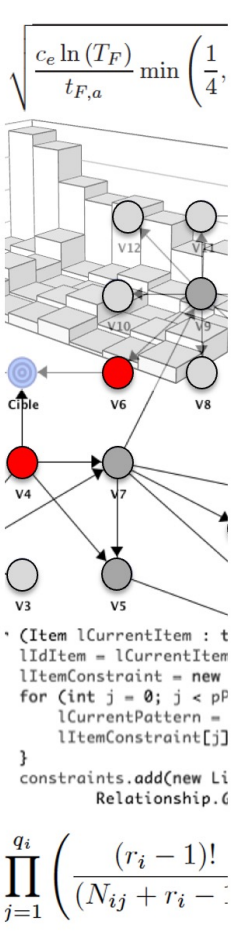
PLUSIEURS VÉHICULES - AVEC DES CONTRAINTES HORAIRES

Résolution par Métaheuristiques (algorithmes génétiques, recuit simulé, …)



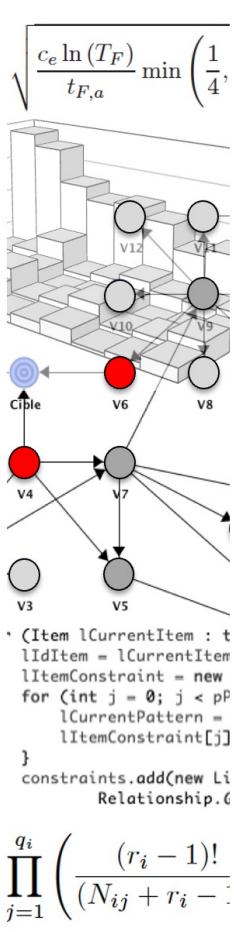


PLUSIEURS VÉHICULES - AVEC DES CONTRAINTES HORAIRES



- Le recuit simulé (Simulated Annealing)
- Méthode Tabou (Tabu search)

DATA



- data101.vrp
- data102.vrp
- data111.vrp
- data112.vrp
- data201.vrp
- data202.vrp
- data1101.vrp
- data1102.vrp
- data1201.vrp
- data1202.vrp

```
NAME: data101.vrp
COMMENT:
TYPE: vrptw
COORDINATES: cartesian
NB_DEPOTS: 1
NB_CLIENTS: 100
MAX_QUANTITY: 200

DATA_DEPOTS [idName x y readyTime dueTime]:
d1 35 35 0 230

DATA_CLIENTS [idName x y readyTime dueTime demand service]:
c1 41 49 161 171 10 10
c2 35 17 50 60 7 10
c3 55 45 116 126 13 10
c4 55 20 149 159 19 10
c5 15 30 34 44 26 10
c6 25 30 99 109 3 10
c7 20 50 81 91 5 10
c8 10 43 95 105 9 10
c9 55 60 97 107 16 10
c10 30 60 124 134 16 10
c11 20 65 67 77 12 10
c12 50 35 63 73 19 10
c13 30 25 159 169 23 10
c14 15 10 32 42 20 10
c15 30 5 61 71 8 10
c16 10 20 75 85 19 10
c17 5 30 157 167 2 10
c18 20 40 87 97 12 10
c19 15 60 76 86 17 10
c20 45 65 126 136 9 10
```