# TIPE
## Transport Optimal

ROCHER Kilian — WILLEM Logan

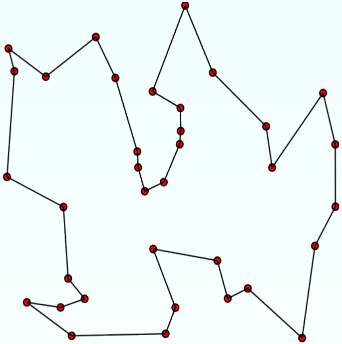
2020 - 2021

Définition et enjeux de l'optimisation des transports

## Quelques problèmes d'optimisation

## Quelques problèmes d'optimisation

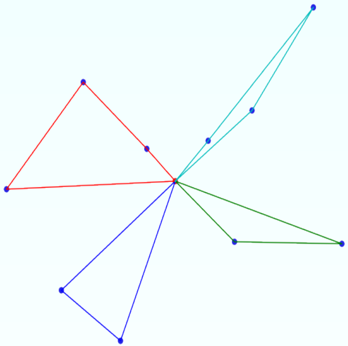
— **Le voyageur de commerce**



## Quelques problèmes d'optimisation

— Le voyageur de commerce

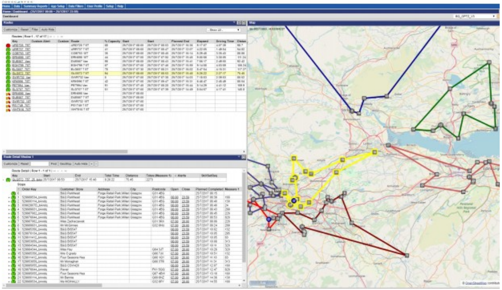
— **Tournée des véhicules**



INTERNATIONAL

# Ontex s'équipe de la solution d'optimisation du transport de Descartes

16.10.2018 • 11h00 | par Emilien VILLEROY



**Fournisseur mondial de produits d'hygiène corporelle jetables, Ontex utilise désormais la solution Route Planner de l'éditeur Descartes pour optimiser ses tournées au Royaume-Uni.**

Dans ce type de problèmes, il s'agit de minimiser le coût total (en distance par exemple) de la tournée de tous les véhicules, ayant pour objectif de livrer un nombre défini de clients.

## Différentes variantes du problème de tournée des véhicules

— Classique (VRP)

Différentes variantes du problème de tournée des véhicules

- Classique (VRP)
- Contrainte de capacité (CVRP)

Différentes variantes du problème de tournée des véhicules

— Classique (VRP)
— Contrainte de capacité (CVRP)
— Dépôts multiples (MDVRP)

Différentes variantes du problème de tournée des véhicules

- Classique (VRP)
- Contrainte de capacité (CVRP)
- Dépôts multiples (MDVRP)
- Retours des colis (VRPPD et VRPB)

Différentes variantes du problème de tournée des véhicules

- Classique (VRP)
- Contrainte de capacité (CVRP)
- Dépôts multiples (MDVRP)
- Retours des colis (VRPPD et VRPB)
- ...

On s'est intéressé à la variante classique afin de s'approprier au mieux le problème.

## Données

- Un point $D$ de coordonnées $(0, 0)$ : le dépot

## Données

- Un point $D$ de coordonnées $(0,0)$ : le dépot
- Une famille de points $(i_1, ..., i_k) \in ([-100, 100]^2)^k$ pour un certain $k \in [2, +\infty[$ représentant les clients

## Données

- Un point $D$ de coordonnées $(0, 0)$ : le dépot
- Une famille de points $(i_1, ..., i_k) \in ([-100, 100]^2)^k$ pour un certain $k \in [2, +\infty[$ représentant les clients
- Une fonction $d$ qui calcule la distance entre deux points.

**Données**

- Un point $D$ de coordonnées $(0,0)$ : le dépot
- Une famille de points $(i_1, ..., i_k) \in ([-100, 100]^2)^k$ pour un certain $k \in [2, +\infty[$ représentant les clients
- Une fonction $d$ qui calcule la distance entre deux points.

Remarque : Dans cette méthode de résolution, le nombre de véhicules n'est pas fixé. C'est l'algorithme qui décide du nombre optimal de véhicules à utiliser.

## Definition (Fonction *gain*)

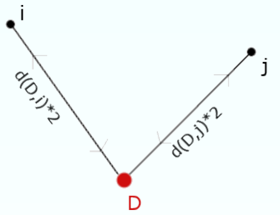
Fonction $s$ : calcule le gain après raccord de deux routes.
Pour deux points $i$ et $j$, $s$ calcule la différence de distance entre le chemin $D - i - D + D - j - D$ qui vaut $2d(D,i) + 2d(j,D)$ au chemin $D - i - j - D$ de distance $d(D,i) + d(i,j) + d(j,D)$

$$s(i,j) = 2d(D,i) + 2d(j,D) - [d(D,i) + d(i,j) + d(j,D)]$$
$$s(i,j) = d(D,i) + d(j,D) - d(i,j)$$

## Definition (Fonction *gain*)

Fonction $s$ : calcule le gain après raccord de deux routes.
Pour deux points $i$ et $j$, $s$ calcule la différence de distance entre le chemin $D-i-D+D-j-D$ qui vaut $2d(D,i)+2d(j,D)$ au chemin $D-i-j-D$ de distance $d(D,i)+d(i,j)+d(j,D)$

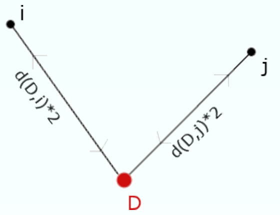
$$s(i,j) = 2d(D,i) + 2d(j,D) - [d(D,i) + d(i,j) + d(j,D)]$$
$$s(i,j) = d(D,i) + d(j,D) - d(i,j)$$

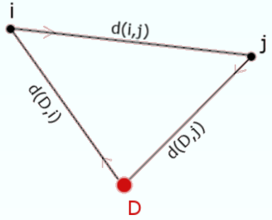


## Definition (Fonction *gain*)

Fonction $s$ : calcule le gain après raccord de deux routes.
Pour deux points $i$ et $j$, $s$ calcule la différence de distance entre le chemin $D-i-D+D-j-D$ qui vaut $2d(D,i)+2d(j,D)$ au chemin $D-i-j-D$ de distance $d(D,i)+d(i,j)+d(j,D)$

$$s(i,j) = 2d(D,i) + 2d(j,D) - [d(D,i) + d(i,j) + d(j,D)]$$
$$s(i,j) = d(D,i) + d(j,D) - d(i,j)$$



- Étape 1 :
- Étape 2 :

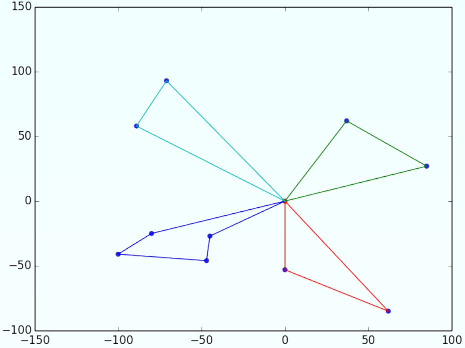



Figure – Résolution parfaite d'un problème

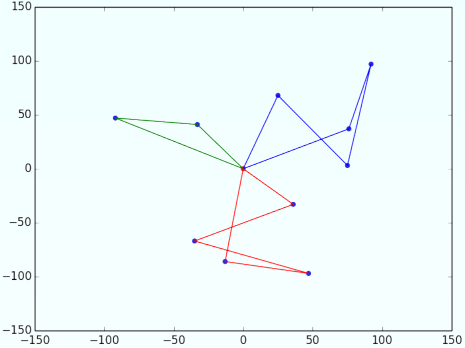



Figure – Résultat non satisfaisant : 10 clients

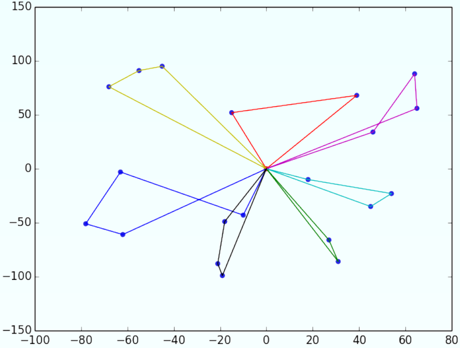
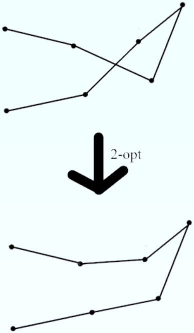



Figure – Résultat non satisfaisant : 20 clients

## Le 2-opt

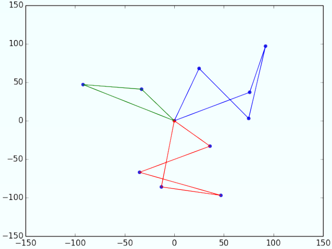



Principe du 2-opt
Suppression des liaisons sécantes

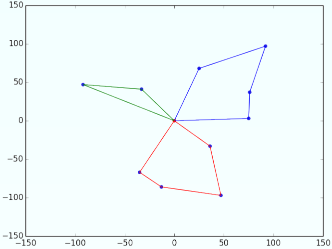
```python
# 2_opt pour regler les problemes de croisements
def deux_opt(routes=FINAL):
    continuer = True
    while continuer:
        continuer = False
        for route in routes:
            if len(route) > 4:
                for i in range(len(route)-1):
                    for j in range(len(route)-1):
                        if j != i and j != i-1 and j != i+1:
                            if route[i] == 0:
                                if distance(DEPOT, CLIENTS[route[i+1]-1]) + distance(CLIENTS[route[j]-1], CLIENTS[route[j+1]-1]) >
                                distance(DEPOT, CLIENTS[route[j]-1]) + distance(CLIENTS[route[i+1]-1], CLIENTS[route[j+1]-1]):
                                    (route[i+1], route[j]
                                     ) = (route[j], route[i+1])
                                    continuer = True
                            elif route[j] == 0:
                                if distance(CLIENTS[route[i]-1], CLIENTS[route[i+1]-1]) + distance(DEPOT, CLIENTS[route[j+1]-1]) >
                                distance(CLIENTS[route[i]-1], DEPOT) + distance(CLIENTS[route[i+1]-1], CLIENTS[route[j+1]-1]):
                                    (route[i], route[j+1]
                                     ) = (route[j+1], route[i])
                                    continuer = True
                            elif distance(CLIENTS[route[i]-1], CLIENTS[route[i+1]-1]) + distance(CLIENTS[route[j]-1], CLIENTS[route[j+1]-1]) >
                            distance(CLIENTS[route[i]-1], CLIENTS[route[j]-1]) + distance(CLIENTS[route[i+1]-1], CLIENTS[route[j+1]-1]):
                                (route[i+1], route[j]) = (route[j], route[i+1])
                                continuer = True

    return routes
```

Vue générale de l'algorithme

# 10 clients

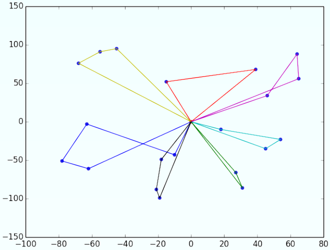



Avant

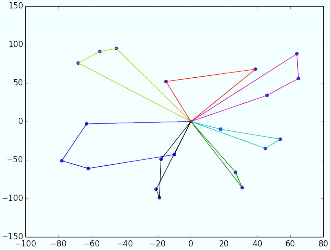



Après

# 20 clients



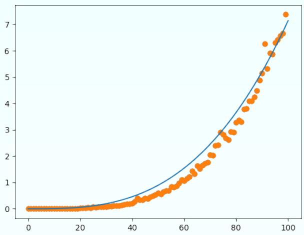

Distance : 1442km
Avant




Distance : 1403km
Après

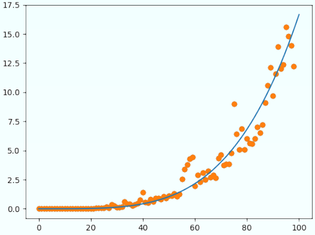
## Complexité des algorithmes

**Sans 2-opt**




$$f(x) = x^3/14000$$

**Avec 2-opt**




$$f(x) = x^4/6000000$$