

Livraison avec des véhicules électriques

Modélisation :

max_dist = distance max

capacity = capacité de sac de courses

charge_fast = durée de rechargement max

charge_medium = durée de rechargement moyen

charge_slow = dure de rechargement min

demand = quantité de sac à livrer

distances = matrice des distances

times : durées entre les coordonnées géographiques

start_time = heure de début de livraison

end_time = heure de fin de livraison

Temps de livraison : $5min + 30sec * nb\ de\ sac$

1) Quelles sont les variables de décision ?

- distance totale
- durée totale
- nombre de véhicules
- *nombre de livraisons effectuées*

-> Solution non réalisable

2) Quelles sont les contraintes ?

Minimiser la distance entre chaque lieux de livraison afin de maximiser le nombre de livraison comprise dans **max_dist**.

- Livrer tous les clients
- Distance de rechargement (Contrainte forte -)
- Capacité des camions
- Durée max/véhicule - end-start (Contrainte mole -)
- On ne divise pas les commandes

Contrainte mole $\sum d_i x_i \leq D$

$\min \max \{ O, \sum d_i x_i - D \}$

3) Quels sont les objectifs ?

Minimiser la flotte de camion de livraison et maximiser le nombre de livraison quotidienne de chaque camion.

Minimiser la fonction objectif

$$f = \sum w_i f_i$$

4) *Comment représenter une solution ?*

La solution sera exporté dans un fichier avec une ligne par camion, et dans chaque ligne la liste des clients visités.

5) *Comment évaluer une solution non réalisable ?*

Chaque solution est évalué par une fonction qui va pondérer les résultats avec des poids différents.

6) *Proposer des instances pour lesquelles il n'existe pas de solution réalisable, chacune pour une contrainte différente.*

Premières heuristiques :

Dans quel cas peut-on ne pas avoir de solution réalisable ?

Il peut ne pas y avoir de solutions réalisables dans le cas où on est limité par le nombre de camions.

Que faire s'il n'est pas possible de servir tous les clients ?

Il faut augmenter le nombre de camions.

Combien de passage au dépôt minimum sont nécessaires en fonction de la capacité pour livrer une quantité Totale Q ?

Le nombre de passage au dépôt minimum est égal à Q/C , Q représentant la quantité totale et C la capacité de chaque camion.

- 1) *Proposer une méthode déterministe pour construire une solution qui passe par le dépôt ce nombre de fois exactement. Cette méthode doit être polynomiale.*

Algorithme DeterministicHeuristic

On utilisera le même algorithme dans la prochaine partie car ils sont tous deux déterministes, il est juste optimisé ce qui répond à la partie suivante.

- a) *Indiquer la complexité de la méthode.*

La méthode a pour complexité $O(n)$, n représentant le nombre de points de livraison.

- b) *Donner un exemple d'instance où la solution renvoyée n'est pas réalisable.*

L'algorithme ne permet pas de renvoyer de solution non réalisable étant donné que l'on va construire la solution en fonction des contraintes.

- c) *Donner un exemple d'instance où la solution renvoyée utilise plus d'un véhicule.*

L'instance lyon1 va utiliser deux véhicules avec cet algorithme.

d) *Donner un exemple d'instance où la solution renvoyée est optimale.*

Pour l'instance lyon0, la solution renvoyée semble optimale :

7, 3, 4, 5, 6, 0, 9, C, 8, 2, 1

2) *Proposer une méthode déterministe pour construire une solution qui passe par le dépôt autant de fois que nécessaire pour respecter toutes les contraintes. Cette méthode doit être polynomiale.*

Algorithme DeterministicHeuristic

a) *Indiquer la complexité de la méthode*

La méthode a pour complexité $O(n)$, n représentant le nombre de points de livraison.

b) *Donner un exemple d'instance où la solution renvoyée utilise plus d'un véhicule*

L'instance lyon1 va utiliser deux véhicules avec cet algorithme.

c) *Donner un exemple d'instance où la solution renvoyée est optimale*

Pour l'instance lyon0, la solution renvoyée semble optimale :

7, 3, 4, 5, 6, 0, 9, C, 8, 2, 1

3) *Proposer une ou plusieurs heuristiques non déterministes pour construire une solution qui passe par le dépôt. On veut que les solutions produites soient différentes à chaque exécution. Comment définir "différentes" ?*

Algorithme NonDeterministicHeuristic

Les solutions de cet algorithme sont dites "différentes" car à chaque appel à l'algorithme la solution est différente, cela se voit notamment avec le score.

Voisinages :

- 1) *Proposer au moins trois voisinages de solutions. Dans chaque cas vous indiquerez la taille du voisinage et s'il est polynomiale par rapport à la taille de l'instance. Indiquez aussi pour chaque voisinage s'il peut contenir des solutions non réalisables.*

Premier voisinage : On déplace le premier chargement dans chaque position possible.

$$S = \{1, 2, 3, C, 4, 5, 6\}.$$

$$V(S) = \{4, 5, 6, C, 1, 2, 3\}$$

La taille du voisinage va dépendre du nombre de chargement des sacs dans un camion.

Second voisinage :

Troisième voisinage :

- 2) *Descentes : améliorez la solution obtenue à l'aide de la méthode déterministe en cherchant à chaque pas la meilleure solution d'un voisinage parmi les trois proposés. Comparer l'exécution et le résultat obtenus avec le cas où on prend la première solution du voisinage rencontrée qui améliore la solution.*

Algorithme SteepestDescentDeterministicHeuristic

- 3) *Descentes avec départ "aléatoire". Utiliser l'heuristique constructive non-déterministe pour générer plusieurs solutions et améliorer chacune d'elle.*

Algorithme SteepestDescentDeterministicHeuristic

Vitesse de rechargement et flotte de véhicules

- 4) *Pour chaque taille d'instance, quel est en général le nombre de véhicule nécessaires et le nombre de rechargements de la batterie dans chacun des cas rechargements rapide, rechargement medium, rechargement lent ?*

Avec ces instances nous nous sommes aperçus que nous n'avons pas besoin de recharger dans la journée. En effet selon les instances l'autonomie du camion suffit.

- 10 : 1 camions
- 40 : 1 camions
- 100 : 2 camions

- 150 : 2 camions
- 200 : 3 camions

5) *Quel type de rechargement conseillerez-vous pour cette flotte de véhicules ?*

Pour le rechargement des véhicules une charge lente serait plus intéressante si on reste dans un rayon limité, les véhicules pourront être rechargé en dehors des horaires de livraison.

Dans le cas où le rayon s'agrandit il serait peut être nécessaire de remplacer les bornes de charges lentes par des bornes de recharge rapides afin de limiter le nombre de camions.

6) *Si on voulait renouveler la flotte de véhicules pour qu'ils puissent effectuer plus de kilomètres avant rechargement, quelle autonomie minimum serait appropriée pour éviter dans la plupart des cas les rechargements en cours de journée ? Quel serait alors le nombre de véhicules nécessaires pour les différentes tailles d'instances ?*

Selon les résultats de notre algorithme le problème n'est pas l'autonomie mais la capacité des camions trop faible qui implique un nombre de retour à l'entrepôt pour recharger conséquent.