

Distribution de bouteilles de gaz

Hackathon de l'École des Mines – PSL, 31/01/2025

Sujet de Lionel Zoubritzky

1 Contexte

On considère une entreprise qui vend du gaz à ses clients sous forme de bouteilles. Les bouteilles remplies de gaz sont transportées par camions et acheminées depuis une usine de remplissage vers les clients. Une fois le gaz consommé, la bouteille vide est acheminée depuis le client vers une usine de remplissage, pour y être remplie et recommencer un cycle. Une bouteille peut donc être soit en cours de remplissage (à l'usine), soit en cours de consommation (chez un client), soit pleine ou vide (sur un camion).

L'objectif de l'entreprise est de satisfaire au maximum la demande des clients tout en minimisant le trajet total effectué par la flotte des camions.

2 Données

Les données du problème sont réparties dans deux fichiers :

- **plants.csv** est la liste des usines. Chaque ligne correspond à une usine et contient :
 - ▷ **coord_x** sa coordonnée selon l'axe x (en km) ;
 - ▷ **coord_y** sa coordonnée selon l'axe y (en km) ;
 - ▷ **capacity** le nombre maximum de bouteilles qui peuvent y être stockées.
 - ▷ **init** le nombre de bouteilles **pleines** initialement stockées.
 - ▷ **refill** le nombre de bouteilles pouvant être remplies par jour à l'usine.
- **clients.csv** est la liste des clients. Chaque ligne correspond à un client et contient :
 - ▷ **coord_x** sa coordonnée selon l'axe x (en km) ;
 - ▷ **coord_y** sa coordonnée selon l'axe y (en km) ;
 - ▷ **capacity** le nombre maximum de bouteilles qui peuvent y être stockées.
 - ▷ **init** le nombre de bouteilles **vides** initialement stockées.
 - ▷ **consumption** le nombre de bouteilles consommées par jour par le client.

On considère par ailleurs les données suivantes :

- L'entreprise dispose de 100 camions.
- Chaque camion peut soit stationner, soit circuler à la vitesse de 50 km/h.
- Chaque camion peut contenir au maximum 80 bouteilles.
- Un camion ne peut prendre qu'une bouteille pleine de l'usine, ou une bouteille vide du client.
- Un camion peut à la fois déposer des bouteilles et en reprendre au même endroit en même temps.
- Les camions se déplacent en ligne droite entre chacun de leurs arrêts.
- Les bouteilles sont remplies à l'usine 24h/24h jusqu'à ce que toutes les bouteilles stockées soient remplies.
- Les bouteilles sont consommées par les clients 24h/24h jusqu'à ce qu'il ne reste que des bouteilles vides.
- Remplir une bouteille à l'usine coûte 40 €.
- Une bouteille (pleine) livrée au client rapporte 100 €.
- Chaque kilomètre parcouru par un camion coûte 0.10 €.

Les positions initiales des camions sont à choisir.

3 Énoncé

Implémenter un algorithme qui donne le parcours de chaque camion pendant 30 jours, en cherchant à maximiser les profits de l'entreprise. Quel est le profit réalisé sur 30 jours ?

4 Extensions

Les extensions ci-dessous ne sont que des suggestions : elles sont toutes optionnelles, elles n'ont pas d'ordre particulier, et vous pouvez étendre le problème dans toute autre direction d'intérêt si vous le souhaitez.

1. **Écran de bord (dashboard).** Représenter graphiquement le parcours quotidien des camions sur une carte. On pourra aussi préciser les stocks de chaque usine/client/camion, leur rentabilité, etc.
2. **La nuit.** Les camions ne peuvent rouler qu'entre 6 h et 21 h et doivent stationner le reste du temps.
3. **Centres de stockages.** On ajoute un autre type de bâtiment : les centres de stockages. Ceux-ci ne servent qu'à stocker des bouteilles, vides ou pleines. On dispose de quoi construire 10 centres. Comment les répartir de manière optimale ?
4. **Objectifs extra-financiers.** La fonction à maximiser est purement financière. Comment intégrer d'autres paramètres ? On peut imaginer une taxe carbone par exemple, ou bien un scénario de type COVID où il y a une demande prioritaire pour certains gaz (oxygène médical), ou encore une politique de service public qui valorise le fait que tous les clients soient desservis, etc.
5. **Spécialisation des gaz.** on considère la distribution de N gaz. Chaque attribut **capacity**, **refill** et **consumption** est maintenant décliné en N sous-attributs, correspondant à chacun des gaz en circulation. Chaque bouteille ne peut contenir qu'un seul type de gaz. Une bouteille du gaz k coûte $k \times 100\text{€}$.
6. **Code de la route.** Chaque conducteur doit faire une pause d'au moins 45 min toutes les 4h30 de conduite, la pause pouvant être fractionnée en une pause d'au moins 15 minutes suivie d'une d'au moins 30 minutes. Par ailleurs, un conducteur ne peut pas effectuer plus de 9h de conduite par jour. Comment intégrer ces paramètres ?
7. **Durée de vie des bouteilles.** On ajoute un autre de type de bâtiment : le centre de retraitement, d'une capacité de 200 bouteilles. Ajouter un centre à Paris, un à Lyon et un à Marseille. Chaque bouteille doit obligatoirement passer un jour entier par un centre de retraitement tous les 3 mois.