

Proposition de stage Master 2

Intégrer les aspects écologiques dans la distribution de denrées alimentaires depuis Rungis

Contexte Le marché de Rungis est le premier marché de produits frais au monde qui fournit 63% de l'alimentation consommée en région parisienne. La livraison de cette nourriture est difficile à prévoir étant données l'arrivée tardive des commandes et les retards potentiels sur les trajets. Ainsi certaines commandes ne peuvent pas être assurées, entraînant parfois une rupture de la chaîne du froid et un gaspillage important. À titre d'exemple, 633 000 tonnes de nourriture ont été gaspillées en 2021 dans la distribution¹.

L'entreprise Califrais est l'opérateur digital et logistique officiel de Rungis via la plate-forme `rungismarket.com`. Elle a pour objectif d'étudier des solutions logistiques en s'appuyant sur l'algorithme, les statistiques et l'intelligence artificielle. Le but de ce stage est d'utiliser la recherche opérationnelle et la programmation mathématique pour modéliser les problématiques logistiques de Califrais et améliorer leurs solutions afin de réduire l'impact écologique.

Cadre du problème Un des problèmes centraux est l'élaboration de tournées de véhicules pour la livraison des denrées alimentaires. Ce problème peut être modélisé de la manière suivante. On considère une zone géographique représentée par un graphe complet $G = (V, E)$ dont le sommet 0 représente le dépôt et les sommets $\{1, \dots, n\}$ des clients. Chaque client $i \in \{1, \dots, n\}$ a une demande d_i et une fenêtre de temps $[e_i, l_i]$. L'entreprise possède une flotte de m véhicules de capacité Q partant du dépôt et y revenant pour une unique tournée de livraison. Ainsi, une solution de livraison est un ensemble de cycles de G , appelés *tournées*, passant par le dépôt et tous les clients. La somme des demandes des clients d'une tournée ne doit pas dépasser la capacité d'un véhicule, et il doit être possible de livrer les clients dans l'ordre en respectant leurs fenêtres de disponibilité. Le problème de tournées (*Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*) consiste à déterminer une solution de coût minimum.

Objectifs du stage Les aléas, tels que l'état du trafic ou le retard des clients, font que certaines tournées ne peuvent livrer tous les clients, entraînant un gaspillage important. Le but de ce stage est de fournir des tournées permettant de s'adapter facilement à ces aléas afin minimiser également ce gaspillage. Pour cela, une première étape est la modélisation de ces aléas en collaboration avec l'entreprise Califrais grâce à leurs données et leur expérience. L'étape suivante est l'intégration de cette modélisation dans la formulation du problème en utilisant la programmation mathématique, notamment la programmation linéaire en nombres entiers [2, 5] et la programmation robuste [1, 3, 4]. La dernière étape consiste à proposer des méthodes de résolution des formulations obtenues.

Conditions matérielles Ce stage est réalisé dans le cadre d'une collaboration entre Califrais et le laboratoire LIPN de l'Université Sorbonne Paris-Nord.

| | |
|--------------------------|--|
| Lieu : | le stage se déroulera sur les deux sites (accessibles en transports en commun) |
| Durée : | 5-6 mois entre février et septembre 2026 |
| Rémunération : | Gratification |
| Connaissances requises : | Deuxième année de Master Recherche ou troisième année d'école d'ingénieur |
| Profil : | Mathématiques appliquées, Informatique, Optimisation combinatoire, RO |
| Informatique : | Programmation, Algorithmique |

Contact

Massil Hihat (Califrais) : `massil.hihat@califrais.fr`

Roberto Wolfler Calvo (LIPN, Université Sorbonne Paris-Nord) : `wolfler@lipn.fr`

1. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/gaspillage-alimentaire>

Références

- [1] Roberto Baldacci, Marco Caserta, Emiliano Traversi, and Roberto Wolfler Calvo, *Robustness of solutions to the capacitated facility location problem with uncertain demand*, **16**, no. 9, 2711–2727.
- [2] Roberto Baldacci, Andrew Lim, Emiliano Traversi, and Roberto Wolfler Calvo, *Optimal solution of vehicle routing problems with fractional objective function*, **54**, no. 2, 434–452.
- [3] Chrysanthos E. Gounaris, Wolfram Wiesemann, and Christodoulos A. Floudas, *The robust capacitated vehicle routing problem under demand uncertainty*, *Operations Research* **61** (2013), no. 3, 677–693.
- [4] Artur Pessoa, Michael Poss, Ruslan Sadykov, and François Vanderbeck, *Solving the robust CVRP under demand uncertainty*, ODYSSEUS (Calgliari, Italy), June 2018.
- [5] Artur Pessoa, Ruslan Sadykov, Eduardo Uchoa, and François Vanderbeck, *A generic exact solver for vehicle routing and related problems*, *Mathematical Programming* **183** (2020), no. 1-2, 483–523, Publisher : Springer.