

## Proposition de stage Master 2 - 1er semestre 2025

### Coordination des décisions d'approvisionnement, de stockage et de distribution pour la chaîne logistique du marché de Rungis

#### Contexte :

Le marché de Rungis, plus grand marché de produits frais d'Europe, alimente la région parisienne et alentours. L'entreprise Califrais est son opérateur digital et logistique officiel via la plate-forme `rungismarket.com`. Califrais a pour objectif d'étudier des solutions logistiques en s'appuyant sur l'algorithmique et les statistiques ainsi que sur l'intelligence artificielle. Ce stage a pour objectif d'introduire et d'étudier des concepts de la Recherche Opérationnelle et de l'Optimisation Combinatoire dans les problématiques logistiques de Califrais. Un de ces aspects -outre la satisfaction des clients et la réduction des coûts- est de réduire l'impact écologique de la supply chain alimentaire. Il est à noter que Califrais a été lauréat de l'appel à projet "Logistique 4.0" de l'Agence de la transition écologique (ADEME).

Les laboratoires CEDRIC du CNAM et LIPN de l'université Sorbonne Paris Nord, ont des équipes de recherche reconnues en optimisation de la chaîne logistique des flux de produits (Lot Sizing) et en optimisation combinatoire (programmation mathématique, programmation dynamique...), en prenant en compte l'incertitude des données des problèmes.

Ce stage a pour objectif d'étudier certains aspects opérationnels au sein de Califrais, allant de l'optimisation des livraisons quotidiennes actuelles ou au déploiement d'activités futures. Ces aspects apparaissent à différents niveaux de la chaîne logistique pour l'optimisation conjointe des décisions de stockage et de distribution des denrées alimentaires en prenant en compte des contraintes de capacité, de périssabilité de produits et de consolidation de flux.

Ce document propose les enjeux principaux opérationnels qui correspondent à des questions de recherche théorique et pratique en Recherche Opérationnelle et Optimisation Combinatoire. Le stagiaire sera amené à étudier ces différents aspects et à en approfondir en particulier l'un d'eux en vue d'une étude en partie théorique et en partie expérimentale. A l'issue du stage, une poursuite en thèse pourra être envisagée, en particulier sur un financement CIFRE.

#### Sujets de recherche :

Un des problèmes centraux de la plate-forme `rungismarket.com` est de proposer à ses clients un catalogue de plusieurs milliers de références de produits. Ces produits sont acheminés d'un grand nombre de fournisseurs, parfois très éloignés, puis stockés dans les entrepôts de Rungis avant d'être livrés aux clients. Une des questions écologiques centrale serait, à une plus large échelle, de réduire les temps de transport de certains de ses produits en se basant sur une logistique adaptée. Ainsi le critère d'optimisation doit prendre en compte les coûts opérationnels et écologiques (gaspillage alimentaire et émissions carbone).

Cette chaîne logistique peut être vue comme un problème de planification à trois niveaux (multi-level lot-sizing) [10, 11] : un niveau fournisseurs (producteurs de denrées alimentaires), un niveau entrepôts (stockage de produits) et un niveau détaillants/clients (consommation des produits) définis par leurs localisations géographiques. Les clients ont chacun une demande sur un ou plusieurs produits exprimée sur un horizon de planification discret. Il s'agit alors de déterminer, à chaque période de l'horizon, les flux de produits à transférer entre les différents niveaux en respectant un ensemble de contraintes dont des contraintes écologiques.

Ainsi, l'optimisation de la chaîne logistique [1, 5, 4, 6] s'intéresse plus globalement à l'approvisionnement, le stockage et la livraison de produits ayant une durée de vie limitée et dont la qualité se dégrade progressivement, entraînant des pénalités de ventes perdues ou backlogs. En effet, plusieurs tonnes de nourriture sont jetées par dépassement des temps de stockage ou de distribution, c'est un gaspillage écologique difficile à accepter autant pour les professionnels que pour notre société.

Ce problème peut-être vu comme une extension de problèmes bi-niveau de la littérature (comme les problèmes de "Production-Routing" ou "Inventory-Routing"). Plusieurs aspects de cette chaîne logistique portent des questions importantes d'un point de vue opérationnel et de recherche scientifique. En particulier, nous nous intéresserons à l'optimisation de la chaîne logistique en présence

d'incertitudes, dans un contexte où plusieurs intervenants (fournisseurs, gestionnaire d'entrepôts et clients) peuvent être concernés par des retards pouvant mener à un gaspillage de produits alimentaires en grandes quantités [8, 9]. Un autre aspect est d'étudier l'impact de la décentralisation du stockage dans des entrepôts plus près des producteurs et non plus via un entrepôt central à Rungis [3, 7, 12].

### Objectifs du stage :

L'objectif du stage est dans un premier temps de formaliser le problème cité ci-dessus en s'appuyant sur l'état de l'art d'une part, et sur une partie des contraintes opérationnelles du marché de Rungis, ainsi que des données issues d'une étude en cours sur les flux entre les différents acteurs de la chaîne logistique d'autre part. Le deuxième temps du stage consistera à approfondir l'un des aspects abordés au travers du développement d'outils algorithmiques et de programmation mathématique (PLNE, programmation dynamique, méthode de décomposition...). Cette étude débouchera sur des expérimentations visant à expliciter comment réduire l'impact environnemental de la chaîne logistique par des solutions et des concepts permettant de prendre en compte l'incertitude [2].

### Conditions matérielles :

Ce stage est réalisé dans le cadre d'une collaboration entre Califrais, le laboratoire Cédric du CNAM et le laboratoire LIPN de l'université Sorbonne Paris-Nord.

Lieux du stage :	en partie dans les locaux de Califrais (Paris) et en partie au laboratoire CEDRIC du CNAM (Paris) Ces deux sites sont accessibles par transports en commun.
Durée :	5-6 mois entre février et septembre 2025
Connaissances requises :	Deuxième année de Master Recherche ou troisième année d'école d'ingénieurs
Profil :	Mathématiques appliquées, Informatique, Optimisation combinatoire, RO
Informatique :	Programmation, Algorithmique

### Contact :

Adeline Fermanian (Califrais) : [adeline.fermanian@califrais.fr](mailto:adeline.fermanian@califrais.fr)

Pierre Fouilhoux (LIPN, Université Sorbonne Paris-Nord) : [pierre.fouilhoux@lipn.fr](mailto:pierre.fouilhoux@lipn.fr)

Safia Kedad-Sidhoum (CEDRIC, CNAM) : [safia.kedad\\_sidhoum@cnam.fr](mailto:safia.kedad_sidhoum@cnam.fr)

## Références

- [1] P. Amorim, M. Belo-Filho, F. Toledo, C. Almeder, and B. Almada-Lobo. Lot sizing versus batching in the production and distribution planning of perishable goods. *International Journal of Production Economics*, 146(1) :208–218, 2013.
- [2] P. Bendotti, P. Chrétienne, P. Fouilhoux, and A. Pass-Lanneau. The Anchor-Robust Project Scheduling Problem. *Operations Research*, 71(6) :2267–2290, 2022.
- [3] P. Colin, K. Gudrun, T. Ruud, and G. Kevin. Inventory models with lateral transshipments : A review. *European Journal of Operational Research*, 210(2) :125–136, 2006.
- [4] S. K. Goyal and B. C. Giri. Recent trends in modeling of deteriorating inventory. *European Journal of operational research*, 134(1) :1–16, 2001.
- [5] S. K. Goyal and B. C. Giri. The production–inventory problem of a product with time varying demand, production and deterioration rates. *European Journal of Operational Research*.
- [6] F. Jing and Y. Mu. Dynamic lot-sizing model under perishability, substitution, and limited storage capacity. *Computers & Operations Research*, 122 :104978, 2020.
- [7] A. Kranenburg and G. Houtum, van. A new partial pooling structure for spare parts networks. *European Journal of Operational Research*, 199(3) :908–921, 2009.
- [8] O. Mahmutogullari and H. Yaman. A branch-and-cut algorithm for the inventory routing problem with product substitution. *Omega*, 115 :102752, 2023.
- [9] A. A. Marcio Costa Santos and M. Poss. Robust inventory theory with perishable products. *Annals of Operations Research*, 289(2) :473–494, 2020.
- [10] J.-F. o. C. Matthieu Gruson and R. Jans. Benders decomposition for a stochastic three-level lot sizing and replenishment problem with a distribution structure. *European Journal of Operational Research*, 291(1) :206–217, 2021.
- [11] J.-F. o. C. Matthieu Gruson and R. Jans. Split demand and deliveries in an integrated three-level lot sizing and replenishment problem. *Computers & Operations Research*, 161 :106434, 2024.
- [12] H. Wong, G. van Houtum, D. Catrysse, and D. V. Oudheusden. Multi-item spare parts systems with lateral transshipments and waiting time constraints. *European Journal of Operational Research*, 171(3) :1071–1093, June 2006.