

# Design optimal du réseau maritime

## 1 Contexte

Cette thèse s’inscrit dans le cadre du projet Transformation Numérique du Transport Maritime (TNTM) financé par le PIA (Programme d’Investissement pour l’Avenir). Ce projet est porté par la CMA CGM, leader mondiale dans le secteur du transport maritime, avec un consortium de 8 partenaires (5 partenaires industriels et 3 partenaires académiques).

L’objectif du projet TNTM est d’optimiser les flux logistiques dans un but environnemental et de compétitivité en intégrant des données en temps réel, leur traitement et intégration dans les algorithmes d’optimisation.

## 2 Motivation

Le transport maritime s’est très largement globalisé depuis quelques années. Un modèle de méga alliances s’est aussi mis en place pour mutualiser les flottes de navires ainsi que les couvertures portuaires sur plusieurs continents. Les principaux acteurs opèrent entre 500 et 700 navires totalisant une capacité entre 3 et 4 Millions d’EVP (Equivalent Vingt Pieds = unité de mesure des containers). Ils desservent environ 520 ports de commerce dans le monde et gèrent plus de 200 lignes maritimes. Ils font aussi appel à des feeders tiers en complément pour desservir les petits ports en vue de recharger les volumes sur les lignes principales.

Par ailleurs, le transport maritime est une activité soumise à de très fortes réglementations nationales (selon les pays d’escale) et internationales (imposées par l’Organisation Maritime Internationale (OMI) notamment). La réglementation sur les émissions de CO<sub>2</sub> ne cesse d’être renforcée d’année en année visant à réduire de plus en plus les émissions des navires en opération. Tout ceci dans un contexte économique en perpétuels et rapides changements comme la période que nous vivons en ce moment même, avec une année de crise liée à la COVID sans précédent suivie d’une reprise de l’activité aussi sans précédent.

De fait, un transporteur maritime doit revoir fréquemment la structure de son réseau maritime pour s’assurer de son efficacité économique et réduire son impact environnemental tout en gardant une offre commerciale compétitive. L’objectif de cette thèse est de définir les services (lignes maritimes sous forme de rotations permettant de servir un ensemble de ports) avec l’affectation des navires avec les tailles adaptées pour ces différents services permettant d’acheminer tous les flux de conteneurs.

## 3 Le sujet de thèse

Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons au développement des algorithmes d’optimisation permettant de définir le design optimal du réseau maritime. Le problème central qui sera étudié est connu dans la littérature sous le nom de « Liner Shipping Network Design Problem » (LSNDP) [1, 2, 3], qui est un problème NP-difficile.

Dans un premier temps, il sera nécessaire d’appréhender les différentes contraintes opérationnelles et règles métiers fournies par le partenaire industriel (en l’occurrence CMA CGM). Une revue de l’état de l’art sera menée afin d’analyser les différentes modélisations et approches de résolution proposées et d’étudier leur adéquation vis-à-vis du problème posé dans le cadre du projet. In fine, l’objectif est de définir la ou les modélisations permettant d’intégrer l’ensemble des objectifs, des contraintes et des règles métiers. Ces modèles pourront être exprimés à l’aide de différents formalismes issus, par exemple, de la programmation par contraintes [4] ou de la programmation linéaire en nombres entiers [5].

Dans un second temps, à partir des modélisations proposées, il s’agira de développer des algorithmes de résolution tout en prenant en considération des objectifs de temps d’exécution réduits et de compatibilité avec les besoins opérationnels. Les algorithmes de résolution peuvent être basés sur des approches exactes (programmation linéaire, génération de colonnes, etc.), des méthodes approchées de type métaheuristique ou des méthodes hybrides.

## Références

- [1] M. Christiansen, E. Hellsten, D. Pisinger, and C. Vilhelmsen. Liner Shipping Network Design. *European Journal of Operational Research*, 286(1), 2019.

- [2] B. D. Brouer, J. F. Álvarez, C. E. M. Plum, D. Pisinger, and M. M. Sigurd. A base integer programming model and benchmark suite for liner-shipping network design. *Transportation Science*, 48 (2) :281–312, 2014.
- [3] C. V. Karsten, D. Pisinger, S. Røpke, and B. D. Brouer. The time constrained multi-commodity network flow problem and its application to liner shipping network design. *Transportation Research Part E : Logistics and Transportation Review*, 76 :122–138, 2015.
- [4] F. Rossi, P. van Beek, and T. Walsh. *Handbook of Constraint Programming*. Elsevier, 2006.
- [5] J. K. Karlof. *Integer Programming : Theory and Practice*. CRC Press, 2019.

## 4 Informations générales et candidature

**Localisation :** Université d’Aix-Marseille, Faculté des Sciences, Laboratoire d’Informatique et Systèmes (équipe COALA), Marseille

**Encadrement :**

- Djamel Habet [djamal.habet@univ-amu.fr](mailto:djamal.habet@univ-amu.fr) (co-directeur)
- Cyril Terrioux [cyril.terrioux@univ-amu.fr](mailto:cyril.terrioux@univ-amu.fr) (co-directeur)
- Hamza Ben Ticha [HO.HBENTICHA@cma-cgm.com](mailto:HO.HBENTICHA@cma-cgm.com) (co-encadrant)
- Salem Ben Ramdane [HO.SBENRAMDANE@cma-cgm.com](mailto:HO.SBENRAMDANE@cma-cgm.com) (co-encadrant)

**Date de début :** Septembre 2022

**Rémunération :**

Le salaire mensuel sera autour de 1 600 €.

**Profil recherché :** La personne recherchée devra être titulaire d’un Master 2 ou un diplôme d’ingénieur avec de solides compétences en informatique (notamment en algorithmique et programmation), intelligence artificielle, programmation par contraintes, optimisation combinatoire et/ou recherche opérationnelle. Une expertise en modélisation sera un plus apprécié.

**Dépôt de candidature :**

Les pièces demandées pour la candidature sont les suivantes :

- CV (au plus 3 pages),
- Relevés de notes, résultats et classements du diplôme de Master ou équivalent (première et deuxième années),
- Lettre de motivation,
- Lettres de recommandation.

Les candidatures doivent être déposées avant le 15 juin 2022 sous la forme d’un unique fichier pdf envoyé par courriel à Cyril Terrioux ([cyril.terrioux@univ-amu.fr](mailto:cyril.terrioux@univ-amu.fr)).