



Université Lille Nord de France
Pôle de Recherche
et d'Enseignement Supérieur

Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



Titre : Gestion des flux dans un terminal portuaire : modélisation et optimisation

Financement prévu : 50 % Région

Cofinancement éventuel : 50 % PMCO ou 50 % ULCO

Directeur de thèse : Cyril Fonlupt

E-mail : fonlupt@lisc.univ-littoral.fr

Encadrants : Rym Guibadj

E-mail : guibaj@lisc.univ-littoral.fr

Laboratoire : LISIC (Laboratoire d'Informatique Signal et Image de la Côte d'Opale, EA 4491)

Equipe : OSMOSE

Mots clés : Logistique portuaire, Environnement, Modélisation, Ordonnancement, Optimisation.

Descriptif :

Un terminal maritime est un système complexe où la gestion des flux joue un rôle crucial. Sa performance dépend de la pertinence des décisions, tant au niveau stratégique et tactique qu'opérationnel. A chaque niveau, plusieurs problèmes se dégagent, tels que l'ordonnancement des équipements, l'affectation des poids lourds aux postes de contrôle ou l'optimisation de la gestion des parkings et des chargements des navires.

Face aux flux croissants de voyageurs et des marchandises, aux contraintes de compétitivité de plus en plus rigoureuses, à la congestion qui en résulte et au coût d'exploitation accru, un port doit assurer sa croissance et sa rentabilité, tout en sachant maîtriser ses impacts environnementaux. Par ailleurs, faute d'augmenter l'espace et le nombre de ses ressources, il reste à adapter le flux aux moyens existants et à améliorer la fluidité du flux.

Le but de cette thèse est de modéliser et d'optimiser les flux dans un terminal portuaire permettant de prendre en compte les contraintes imposées. Nos recherches se situent fortement au niveau opérationnel et plus particulièrement au niveau de la modélisation de la chaîne portuaire, le pilotage des flux (physique et informationnel) et l'évaluation de la performance globale avec prise en compte des niveaux tactiques et stratégiques.

Nos outils permettront de modéliser le mouvement de voyageurs et de marchandises dans un terminal portuaire. Chaque type de flux a des contraintes de gestion bien spécifiques. Par exemple, pour les flux des voyageurs et de marchandises (voitures personnelles, poids lourds), il est important de trouver une affectation optimale des véhicules aux différents postes de contrôle pour assurer un certain niveau de sécurité tout en réduisant les temps d'attente lors de l'embarquement. Par ailleurs, l'optimisation des opérations de chargement et déchargement permet des réductions importantes de coûts d'exploitation.

L'analyse de la littérature montre que la plupart des travaux existants se sont intéressés à l'optimisation des opérations sur les flux de marchandises lorsqu'elles se présentent sous forme de conteneurs. Cependant, au meilleur de nos connaissances, il existe peu d'études qui se sont intéressées à l'optimisation des contrôles des flux de voyageurs et de marchandises comme étant des unités de transport (véhicules autonomes, par opposition à des conteneurs passifs). De plus, il est difficile de transposer une solution développée pour un terminal maritime donné à un autre, car chaque port a ses contraintes spécifiques. Nous nous attaquerons également à gérer efficacement les zones d'attente et de stationnement au sein du port. Ce type de problème a déjà été abordé dans les zones urbaines où des modèles ont été développés pour optimiser la gestion des



parkings. Le but étant de réduire la circulation inutile des véhicules tout en maximisant l'utilisation de l'espace de stationnement.

Cette thèse sera confrontée à plusieurs verrous scientifiques et technologiques qui apparaissent à plusieurs niveaux. Afin de répondre aux objectifs fixés, nous allons suivre la démarche suivante :

- Modélisation du système portuaire à travers la quantification de l'information et sa hiérarchisation afin d'en extraire les paramètres essentiels : formulation du problème à l'aide d'un modèle linéaire en nombres entiers, programmation par contraintes, modèles basés sur les graphes, ...
- Proposition et développement de solutions d'optimisation coopératives exactes/méta-heuristiques
- Validation des approches proposées à travers les tests sur les données réelles fournies par le port.

Nous souhaitons élaborer des approches de résolution coopératives entre heuristiques et méthodes exactes. Ces approches sont prometteuses car elles permettent d'associer les avantages des deux méthodes afin d'explorer efficacement l'espace de recherche. Par exemple, un algorithme heuristique peut être utilisé pour générer de nouvelles colonnes dans un algorithme de Branch & Price ou pour améliorer les bornes afin d'accélérer la résolution exacte. Un autre schéma de coopération consiste à inclure une méthode exacte dans un mécanisme de recherche locale pour explorer exactement des sous-espaces de recherche intéressants. Il serait également pertinent de concevoir des prétraitements exploitant les structures des instances à résoudre afin d'accélérer les algorithmes proposés.

La problématique abordée dans cette thèse est au coeur du développement des systèmes logistiques efficaces et durables.

D'un point de vue scientifique, cette thèse permet de s'attaquer efficacement à des problèmes d'optimisation combinatoire et de les appliquer à des problèmes réels liés à la gestion des flux portuaires. Les résultats de ces travaux vont permettre la mise au point d'outils d'aide à la décision pour répondre à un défi territorial urgent et à grande échelle.

L'application de ces travaux de recherche doit générer plusieurs retombées tant économiques qu'environnementales. Optimiser et monitorer le suivi des flux sur le port permet d'une part d'accroître la sécurité et de diminuer l'attente des clients des services portuaires, et d'autre part d'améliorer les délais et les taux de chargements, permettant ainsi de mieux valoriser les rotations de navires. Ces aspects visent donc l'augmentation de l'attractivité du port de Calais, et l'amélioration de sa rentabilité. Par ailleurs, cette optimisation de la gestion des flux doit déboucher sur une réduction des consommations de carburant des véhicules et des navires en attente. Elle permet aussi d'éviter la formation des goulets d'étranglement en s'adaptant à la croissance des trafics et à l'augmentation de la taille des navires. Ceci aura un impact environnemental important à travers la réduction de la pollution atmosphérique engendrée par l'activité portuaire ainsi que le trafic urbain ou péri-urbain le desservant.