



## Avis de Soutenance

Monsieur Ali SKAF

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **jeudi 05 novembre 2020** à 14h30

Lieu : UTBM, rue Thierry Mieg, 90 010 Belfort Cedex

Salle : I102

Titre des travaux : Ordonnancement des activités de manutention dans les terminaux portuaires

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 61

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Marie-Ange MANIER

Codirecteurs de thèse : Sid LAMROUS  HDR  NON HDR

Zakaria HAMMOUDAN  HDR  NON HDR

Soutenance :  Publique  A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
Mme Marie-Ange MANIER	MCFHC	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directrice de thèse
Mme Nathalie SAUER	Professeur	Université de Lorraine	Rapporteuse
M. Aziz MOUKRIM	Professeur	Université de Technologie de Compiègne	Rapporteur
M. Farouk YALAOUI	Professeur	Université de Technologie de Troyes	Examineur
M. Jean-Marc NICOD	Professeur	Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et Microtechniques	Examineur
M. Laurent MOALIC	Maître de conférences	Université de Haute-Alsace	Examineur
M. Sid LAMROUS	Maître de conférences	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	Co-directeur de thèse
M. Zakaria HAMMOUDAN	Maître de conférences	Jinan university	Co-directeur de thèse

**Mots-clés :** Grues de quai, camions, conteneurs, optimisation, ordonnancement, programmation

## Résumé de la thèse (en français) :

Les problèmes d'ordonnancement des activités de manutention dans les terminaux maritimes ont suscité beaucoup d'attention dans les recherches sur la gestion des opérations. Généralement, des conteneurs sont déplacés d'un port à un autre par des navires porte-conteneurs, déchargés à quai par des grues et transportés par des camions jusqu'à une zone de stockage. Pour obtenir des performances opérationnelles optimales, la coordination entre tous les équipements du port est un enjeu majeur. Dans cette thèse, nous étudions le problème d'ordonnancement des opérations de chargement/déchargement et de mise en zone de stockage de conteneurs par diverses ressources de manutention, avec comme application concrète le port de Tripoli-Liban. Cette étude s'articule autour de trois scénarios. Le premier scénario considère plusieurs grues de quai et un seul navire porte-conteneurs. Le navire porte-conteneurs est divisé en plusieurs baies et chaque baie contient un nombre spécifique de conteneurs. Ici, nous ne considérons pas les camions de transport, ce qui signifie que les conteneurs sont directement déchargés de la grue de quai vers une zone pour les livrer aux clients. Dans le deuxième scénario, nous avons considéré une grue de quai et un navire porte-conteneurs avec plusieurs camions de transport. Après le déchargement des conteneurs du navire porte-conteneurs par la grue, ceux-ci doivent être transportés vers la zone de stockage par un camion. Enfin, dans la zone de stockage, des chariots frontaux permettent de décharger les conteneurs du camion vers une zone spécifique pour être livrés aux clients. Le troisième scénario prend en compte plusieurs grues, plusieurs camions de transport et deux navires porte-conteneurs afin de décharger les conteneurs du navire au lieu de stockage et vice versa. Dans ce scénario, nous avons deux types de navires porte-conteneurs, le premier devant être déchargé vers la zone de stockage, tandis que le second est à charger depuis la zone de stockage. Pour résoudre ces différentes variantes, nous avons appliqué une démarche de modélisation, élaboration d'algorithmes de résolution, tests, analyse et confrontation de nos résultats sur des instances de la littérature et issues de cas réels. Plusieurs méthodes de résolution exactes et approchées ont ainsi été explorées : la programmation linéaire, qui nous a permis de formaliser et modéliser le problème avant même sa résolution, la programmation dynamique, ainsi qu'une métaheuristique. Les avantages et inconvénients de ces méthodes sont mis en évidence. Une conclusion sur les variantes étudiées et algorithmes développés est fournie en fin de manuscrit, et diverses perspectives à ces travaux sont ouvertes, avec en toile de fond l'objectif d'améliorer encore la gestion opérationnelle des manutentions dans des ports tels que le port de Tripoli-Liban.

## Abstract (in English):

Scheduling problems of handling activities at maritime terminals have attracted much attention in research on operations management. Generally, containers are moved from one port to another by container vessels, unloaded at the quay by quay cranes and transported by yard trucks to a storage location. To obtain optimal operational performance, coordination between all of the port's equipment is a major issue. In this thesis, we study the scheduling problem of loading/unloading operations and placing containers in storage locations by various handling resources, with the practical application of the port of Tripoli-Lebanon. This study revolves around three scenarios. The first scenario considers several quay cranes and a single container vessel. The container vessel is divided into several bays and each bay contains a specific number of containers. Here we do not consider yard trucks, which means that the containers are directly unloaded from the quay crane to an area to deliver them to customers. In the second scenario, we considered a single quay crane and a single container vessel with several yard trucks. After the containers are unloaded by the quay crane from the container vessel, they must be transported to the storage location by a yard truck. Finally, in the storage location, the reach-stacker cranes allow the containers to be unloaded from the yard truck to a specific area for delivery to customers. The third scenario takes into account several quay cranes, several yard trucks and two container vessels in order to unload the containers from the vessel to the storage location and vice versa. In this scenario, we have two types of container ships, the first to be unloaded to the storage location, while the second is to be loaded from the storage location. To solve these different variants, we applied a modeling approach, development of resolution algorithms, tests, analysis and comparison of our results on instances of the literature and from real cases. Several exact and approximate resolution methods were thus explored: mixed-integer linear programming, which allowed us to formalize and model the problem even before its resolution, dynamic programming, as well as metaheuristics. The advantages and disadvantages of these methods are highlighted. A conclusion on the variants studied and algorithms developed is provided at the end of the manuscript, and various perspectives for this work are open, with the backdrop of the objective of further improving the operational management of handling in ports such than the port of Tripoli-Lebanon.