

Monsieur Pablo TORREALBA GONZALEZ

Spécialité "Informatique et applications"

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Regroupement de commandes et routage des préparateurs dans les entrepôts logistiques en prenant en compte des facteurs humains

dirigés par Monsieur Frédéric SEMET et Monsieur Dominique FEILLET

Soutenance prévue le **jeudi 27 mars 2025** à 14h00

Lieu : Centrale Lille, Cité Scientifique, 59650 Villeneuve-d'Ascq

Salle : Amphi Cuccaroni

Composition du jury proposé

M. Frédéric SEMET	Centrale Lille	Directeur de thèse
Mme An CARIS	University of Hasselt	Rapporteuse
M. Murat AFSAR	Université de technologie de Troyes	Rapporteur
Mme Anne-Laure LADIER	INSA Lyon	Examinatrice
M. François CLAUTIAUX	Université de Bordeaux	Examinateur
M. Dominique FEILLET	Mines Saint-Étienne	Co-directeur de thèse
M. Maxime OGIER	Centrale Lille	Examinateur

Mots-clés : recherche operationnelle, Optimisation combinatoire, gestion d'entrepôt, tournées de ramassage, allotissement, logistique

Résumé :

Cette thèse se concentre sur l'incorporation de facteurs innovants dans les décisions classiques de batching et de routing des préparateurs de commande, tels que la congestion et les opérations de prélèvement pénibles. La recherche est spécifiquement centrée sur les systèmes de type "préparateur-vers-produit", où des opérateurs humains, appelés préparateurs, se déplacent dans l'entrepôt pour collecter tous les produits nécessaires à la préparation des commandes clients. D'un point de vue managérial, les décisions relatives au batching des commandes et au routing des préparateurs ont généralement tendance à minimiser les distances parcourues ou le temps total, sans prendre en considération que ces opérations sont réalisées par des préparateurs humains. Dans ce travail, nous analysons deux idées principales, à savoir la congestion des préparateurs et les mouvements de prélèvement pénibles, qui prennent en compte les aspects humains des opérateurs et proposons des méthodes innovantes pour intégrer ces aspects dans les processus de prise de décision. Dans les modèles d'optimisation des opérations de prélèvement, une hypothèse courante est de considérer que les préparateurs travaillent de manière indépendante sans interagir entre eux pendant leurs opérations. Cependant, dans les scénarios réels, les préparateurs travaillent simultanément, et des situations de congestion se produisent souvent lorsque plusieurs préparateurs doivent partager des mêmes ressources, principalement l'espace physique. Ces phénomènes de congestion peuvent engendrer des retards, une augmentation des temps de prélèvement, une diminution de l'efficacité et des goulots d'étranglement potentiels, affectant finalement la performance globale de l'entrepôt. Pour répondre à ce problème, nous proposons une approche de simulation pour estimer les effets de la congestion sur les opérations dans l'entrepôt. De plus, nous avons proposé deux modèles mathématiques pour optimiser conjointement les décisions de batching de commandes et de routing des préparateurs en tenant compte des effets de la congestion. Tout d'abord, une formulation compacte basée sur une transformation dédiée du graphe est présentée et analysée. Ensuite, une formulation étendue, accompagnée d'une procédure de résolution dédiée basée sur un algorithme de génération de colonnes, est décrite. En termes de résultats, le simulateur révèle que la congestion peut entraîner des retards importants, et l'approche par génération de colonnes s'est avérée efficace pour les instances de petite taille, car elle permet de réduire la congestion. Enfin, nous étudions le concept d'opérations pénibles (la contrainte physique et mentale des préparateurs) dans le cadre des décisions de routing des préparateurs. Nous proposons un modèle non linéaire générique pour évaluer le niveau global de pénibilité d'une séquence d'opérations de prélèvement et des déplacements entre les emplacements. Ce modèle est ensuite intégré dans une approche de programmation dynamique pour résoudre le problème de routage des préparateurs avec l'objectif de minimiser le niveau global de pénibilité ressenti par le préparateur. Des tests préliminaires montrent la validité du modèle proposé.