

Dimensionnement d'une flotte d'AMRs pour l'aide à la préparation de commandes dans un entrepôt

Marwane BOUZNIF¹, Antoine JOUGLET², Dritan NACE¹

¹ Entreprise SAVOYE, France
marwane.bouznif@savoie.com

² Laboratory Heudiasyc, UMR CNRS 7253, University of Technology of Compiègne, Compiègne, France

{antoine.jouglet, dritan.nace}@hds.utc.fr

Mots-clés : *AMR, heuristique, PLNE, dimensionnement, intralogistique, préparation de commandes, picking.*

1 Introduction

Nous présentons une problématique de dimensionnement de flotte de robots mobiles autonomes (AMRs) dans le cadre d'une activité de préparation de commandes en entrepôt. Cette problématique considère que l'on partitionne le stock en zones de l'entrepôt et que l'on affecte un opérateur humain à chacune d'elles. Cet opérateur est fixe dans sa zone et il en a la responsabilité de la préparation pour toutes les références produit qui y sont présentes.

Un ensemble des commandes à préparer est préalablement réparti en tournées de préparation, chacune d'elles constituée d'autant de cartons de préparation que d'emplacements disponibles dans un chariot de préparation. Les AMRs peuvent prendre en charge ces chariots afin de les faire passer de manière autonome.

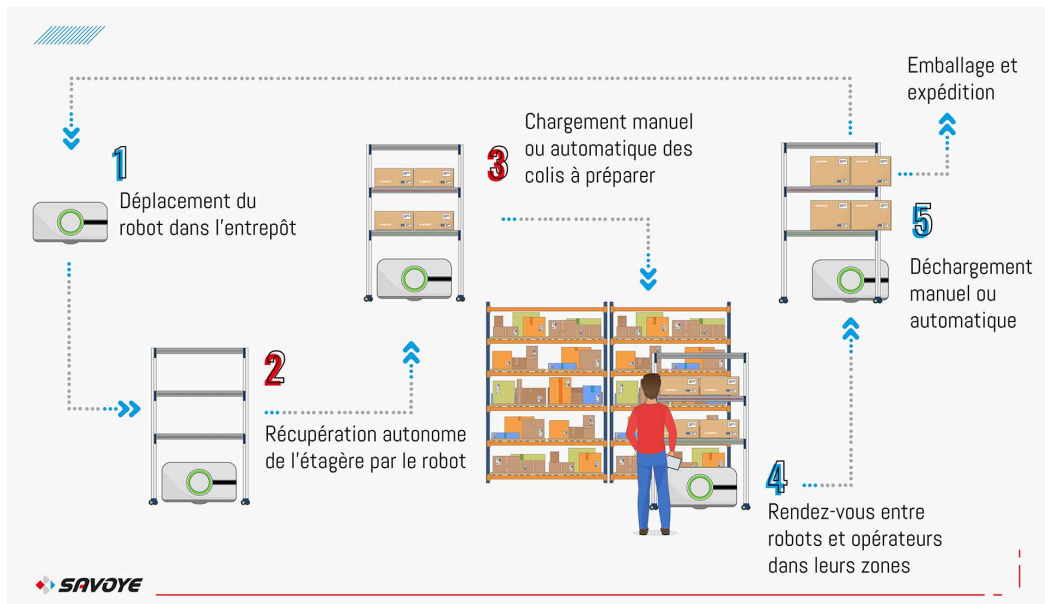


FIG. 1 – Workflow preparation AMRs

Ainsi, dans cette procédure de préparation, les opérateurs ne circulent pas dans l'entrepôt les laissant ainsi effectuer des tâches à plus forte valeur ajoutée, à savoir la prise et la dépose de produits du stock vers les cartons de commandes.

Plus formellement, le but de la solution de dimensionnement, est de trouver, étant donné un flux théorique de préparation de commandes dans l'entrepôt, ainsi que sa configuration (plan, répartition du stock, nombre d'opérateurs, durée accordée pour le flux . . .) le nombre minimum d'AMRs nécessaires à passer le flux dans le temps imposé.

2 Solutions étudiées

2.1 Un PLNE trop gourmand

La première solution que nous avons étudiée est une modélisation en PLNE de la problématique.

Nous testons la solution sur la journée la moins chargée que nous avons dans notre jeu de données de tests. Le PLNE passe 14.93 secondes à résoudre la relaxation linéaire ce qui laisse présager une résolution par Branch and Bound bien trop longue. Effectivement, après avoir laissé tourner le solveur, on s'aperçoit que la première solution réalisable est trouvée au bout de 8500s de calcul avec 29 AMRs et qu'au bout de 5h, le modèle a amélioré sa solution à 23 AMRs (or nous savons, au vu de la simplicité de cette journée de préparation peu active que bien moins d'AMRs auraient été nécessaires).

2.2 Diminution de l'espace de recherche

Dans une première tentative d'amélioration, nous avons souhaité diminuer l'espace de recherche laissé au modèle. Pour ce faire, nous avons tenté de calculer des bornes sur différentes variables (sur le nombre min et max d'AMRs), de casser des symétries (différencier les AMRs), relaxation des contraintes de disjonction et boucle sur l'appel du modèle avec ajout successif des contraintes de disjonction violées...

2.3 Nécessité d'une heuristique plus véloc

Nous avons confirmé la validation de l'approche sur un cas extrêmement simplifié mais lorsque nous sommes repassés à l'échelle dans le cas normal, au bout de plusieurs heures de calcul et plusieurs tours de boucle d'ajout et suppression de contraintes, le solveur ne parvenait plus à obtenir une solution réalisable.

3 La solution retenue

Nous avons décidé d'abandonner l'optimalité et de construire une heuristique dédiée à base d'un tri et d'un algorithme glouton.

Nous avons testé cette heuristique selon plusieurs contextes de test. Notre meilleure solution nous a permis de proposer un dimensionnement de la flotte d'AMRs et une planification associée de très bonne qualité et ce même sur les plus grandes journées présentes dans notre jeu de test.

Références

- [1] Giuseppe Fragapane, René de Koster, Fabio Sgarbossa, and Jan Ola Strandhagen. Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics : Literature review and research agenda. *European Journal of Operational Research*, 294(2) :405–426, 2021.