

Application de systèmes multi-agents pour l'optimisation de la chaîne logistique industrielle

Ghita BENCHEIKH¹, Yousra EL KIHTEL¹

Affiliation

Cesi-LINEACT, France.

{gbencheikh, yelkihel}@cesi.fr

Mots-clés : *Système multi-agents, Optimisation, Chaîne logistique, Métaheuristiques.*

1 Description et problématique

Dans le contexte dynamique des chaînes logistiques industrielles, l'optimisation des ressources est cruciale pour répondre aux exigences de plus en plus complexes du marché. La nécessité d'une gestion intégrée des ressources, englobant tant les machines de production que les moyens de transport, a émergé comme un impératif pour améliorer l'efficacité opérationnelle et maintenir la compétitivité. Plusieurs travaux ont été réalisés dans ce contexte, cependant, les interconnexions entre ces différents éléments critiques représente un vrai challenge pour les gestionnaires. Nous nous intéressons dans ce travail à la logistique qui inclut, dans une organisation, l'ensemble des maillons qui permettent la distribution du produit du fournisseur jusqu'au consommateur final, couvrant la production, le transport, les prestations logistiques (emballage, stockage. . .) et la gestion des flux d'information. En ce sens, les plates-formes jouent un rôle essentiel, tel qu'elles remplissent diverses fonctions, dont le stockage, l'allotissement et la préparation des commandes. Par conséquent, depuis plusieurs années, un nombre croissant d'entreprises et de chercheurs constatent les bénéfices de l'optimisation de la logistique globale et elle est devenue un challenge majeur pour eux. L'augmentation de références de produits et le nombre de points de vente s'expliquent de manière simpliste par la complexification des flux de marchandises. Elle s'explique également par une certaine course à la performance, qui se décline de différentes manières : mise en place de réseaux logistiques centrés sur des cross-docking ou des plate formes de stockage, diminution des délais de transport et diminution des espaces de stockage en entrepôt [2]. L'une des activités principales de la logistique de l'approvisionnement ou de la distribution/transport est l'élaboration des tournées de véhicules pour l'approvisionnement en matières premières et la livraison des produits finis aux clients [3]. L'optimisation des activités logistiques de distribution consiste à résoudre en partie les problèmes de tournées de véhicules. Tous ces facteurs permettent d'augmenter les fréquences de livraison des commandes.

2 Méthodologie

Notre approche s'appuie sur un système multi-agents dans lequel chaque agent représente un gestionnaire spécifique au sein de la chaîne logistique. Pour ce faire, nous avons initié une modélisation complète de la chaîne logistique, identifiant ainsi les différentes fonctions ou sous-problématiques nécessitant une gestion spécifique. Jusqu'à présent, nous avons examiné les fonctions suivantes, attribuant un agent à chacune d'entre elles :

Responsable de production/maintenance : chargé de planifier les tâches de production et de maintenance en fonction de l'état de santé des machines [1].

Responsable de stock : responsable de la gestion stratégique de l'espace et du timing pour le stockage des produits.

Opérateur de chargement : responsable de l'organisation des produits sur les palettes et de leur disposition optimale dans les véhicules assignés, en tenant compte de l'ordre de distribution.

Responsable de transport : chargé de définir les itinéraires optimaux des véhicules pour la livraison des produits aux clients ou distributeurs au moment opportun.

Chacune de ces sous-problématiques a fait l'objet d'une analyse approfondie dans la littérature, avec diverses méthodes de résolution, notamment les métaheuristiques. Notre concept consiste à développer une plateforme regroupant diverses métaheuristiques en vue d'une collaboration synergique. Chaque agent, dédié à une fonction précise de la chaîne logistique, génère un ensemble de solutions potentielles en exploitant une ou plusieurs métaheuristiques. Ces solutions sont ensuite partagées entre les agents. En effet, les agents impliqués communiquent entre eux au travers d'un environnement partagé, permettant ainsi un ajustement continu de leurs solutions en fonction des besoins et contraintes mutuels. L'objectif ultime réside dans la recherche de la combinaison de solutions qui converge vers une solution globale répondant aux attentes de l'ensemble des membres de la chaîne logistique.

3 Conclusion et perspectives

Pour les développements futurs, nous envisageons d'étendre notre plateforme pour inclure d'autres fonctions logistiques et prendre en considération les cas particuliers, explorant ainsi une gestion intégrée complète de l'ensemble de la chaîne et optimiser toutes les phases du processus logistique, de la production à la livraison. De plus, nous explorerons des mécanismes de communication plus avancés entre les agents ainsi qu'une résolution en parallèle pour améliorer le temps de réponse du programme.

L'intégration de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique pourrait également renforcer la capacité d'adaptation du système, anticipant et résolvant proactivement les défis logistiques émergents. En outre, elle offrira aux différents agents la possibilité d'apprendre de manière autonome à travers les expériences passées, les rendant ainsi plus intelligents dans leurs prises de décision futures.

Références

- [1] G. Bencheikh, A. Letouzey, and X. Desforges. An approach for joint scheduling of production and predictive maintenance activities. *Journal of Manufacturing Systems*, 64 :546–560, 2022.
- [2] Y. El Kihel. *Contribution à la modélisation de la Supply Chain pour le pilotage, l'évaluation de la performance et l'intégration des technologies de l'industrie 4.0 : Application au cas automobile de PSA Maroc*. PhD thesis, Bordeaux, 2021.
- [3] A. Métaireau, C. Dhaenens, N. Veerapen, and A. Gerussi. Optimisation de l'approvisionnement d'une chaîne logistique multi-échelon dans un cas d'approvisionnement multiple. In *24ème congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, 2023.