

Noms et prénoms des codirecteurs de la thèse : **TOUAT Meriem (UTT) - CHEN Haoxun (UTT) - KAMOUN Hichem (Tunisie)**

Ordonnancement intégré de la production et des tournées de véhicules : vers une approche stochastique

Dans le contexte industriel actuel, les dirigeants s'orientent de plus en plus vers une approche globale de management en portant un intérêt aux problèmes intégrés/combinés. D'un côté, c'est une nécessité qui consiste à analyser les comportements des agents du système afin d'optimiser les chaînes logistiques. De l'autre côté purement académique et/ de recherche, les problèmes d'optimisation de différentes natures à savoir les problèmes d'ordonnancement, de transport, de lot sizing, ... sont majoritairement résolus par la communauté scientifique et ont relativement atteints leurs limites en termes de contribution scientifique. Nous nous intéressons plus précisément au problème intégré d'ordonnancement et de transport.

Afin d'intégrer les problèmes d'ordonnancement et de routage au niveau opérationnel, le problème de routage de véhicules classique doit être intégré au problème d'ordonnancement de production. La combinaison des deux problèmes inclut explicitement à la fois les décisions de planification et les décisions de tournée de véhicules. Les décisions à prendre sont (1) l'affectation des commandes aux moyens de production, (2) l'enchaînement des commandes sur chacune des ressources, (3) l'affectation des commandes aux véhicules et (4) l'itinéraire de livraison de véhicules.

L'optimisation est à son tour présente à travers la maximisation et la minimisation d'une ou plusieurs fonctions objectifs à savoir la minimisation des coûts de production et la maximisation de la satisfaction du consommateur. Pour cela, des formulations mathématiques ainsi que des méthodes exactes et/ou approchées sont possibles pour résoudre ces problèmes.

Quel que soit le système, des aléas émanant de plusieurs sources externes ou internes peuvent surgir à tout moment perturbant ainsi son fonctionnement et rendant les données incertaines. Pour pallier ces problèmes, des approches dynamiques, stochastiques et robustes capables de réagir rapidement afin de revenir à l'état normal et/ou absorber le dysfonctionnement rendant ainsi nos systèmes pérennes et solides demeurent une nécessité. Comme exemple de conséquence de ce dysfonctionnement, nous pouvons recenser la perte du temps (retard de livraison), de quantité (ressources consommables) en qualité (parfois difficile à mesurer) ou tout simplement le gain (coût monétaire). En termes d'approches, nous citons les modèles stochastiques, ...

Souvent, nos systèmes se trouvent en situation de concurrence lorsque leurs objectifs sont antagonistes. Par exemple, l'ordonnancement de production et la planification de maintenance. La capacité de stockage et l'ordonnancement de production, ... L'optimisation multicritères, la théorie des jeux, les SMA comme approches de négociation pourront être déployées afin de trouver un juste équilibre ou aider le décideur à choisir la solution concordant avec les objectifs tracés.

Quant à la soutenabilité, de sa dimension sociale considérant l'individu comme acteur principal de tout système même les plus automatisés du moment que son rôle de concepteur et/ ou superviseur est omniprésent, peut être abordée comme problème de planification et d'affectation tout en considérant ses revendications et attentes comme objectifs à optimiser, ses limitations ainsi que la réglementation comme contraintes à respecter dans toute démarche de

résolution. Des techniques tels que la modélisation mathématique, les systèmes de recommandation, les algorithmes d'affectation sont envisageables. De point de vue environnemental, il s'agit principalement de trois aspects : la réduction des émissions carbone, le respect des contraintes énergétiques ainsi que la rationalisation de l'utilisation des ressources consommables (ou en disponibilité limitée). De point de vue économique. C'est l'objectif primaire même de l'optimisation. Du moment que nous cherchons à optimiser les coûts et les délais ou même satisfaire un client, nous saisissons un enjeu économique.

Ce projet doctoral se décline en trois problématiques :

Une première problématique porte sur la formulation ensuite la résolution d'une version déterministe de la problématique suite à la définition des verrous scientifiques de l'état de l'art. Des méthodes de décomposition ainsi que des métaheuristiques pourront être utilisées.

La deuxième problématique consiste à considérer l'aspect stochastique de l'environnement et proposer un modèle stochastique et une méthode de résolution robuste capable d'absorber le dysfonctionnement du système.

La troisième problématique consiste à résoudre une version multi-objectif du problème en proposant des approches innovantes.

In the current industrial context, managers are increasingly moving towards a global management approach with an interest in integrated/combined problems. On the one hand, it is a necessity which consists of analyzing the behavior of agents in the system in order to optimize supply chains. On the other purely academic and/research side, optimization problems of different natures, namely scheduling problems, transport problems, batch sizing problems, etc., are mainly solved by the scientific community and have relatively reached their limits in terms of scientific contribution. We are more precisely interested in the integrated scheduling and transport problem.

This doctoral project deals with the integrated scheduling and vehicle routing problems at the operational level. The decisions to be made are (1) the assignment of the production jobs, (2) the sequence of jobs on each resource, (3) the assignment of orders to vehicles and (4) the delivery route of vehicles.

Indeed, we aim to optimize one or more objective functions, namely the minimization of production costs and the maximization of consumer satisfaction. For this, mathematical formulations as well as exact and/or approached methods are possible to solve these problems. Whatever the system, hazards emanating from several external or internal sources can arise at any time and disrupt its functioning making thus the data uncertain. To overcome these problems, dynamic, robust approaches able to react quickly in order to return to the normal state and/or absorb the dysfunction, thus making our systems solid. In terms of approaches, we cite fuzzy logic and probabilistic models, etc.

Often, our systems are in a competitive situation when their objectives are antagonistic. Multi-criteria optimization, game theory, MAS as negotiation approaches can be deployed in order to find a fair balance or help the decision-maker choose the solution consistent with the objectives outlined.

According to sustainability, there are mainly three aspects: the reduction of carbon emissions, compliance with energy constraints as well as the rationalization of the use of consumable resources (or those with limited availability).

This doctoral project aims to solve into three problems: A first problem concerns the formulation and then the resolution of a deterministic version of the problem following the definition of the scientific obstacles of the state of the art. Decomposition methods as well as metaheuristics can be used. The second problem consists of considering the stochastic aspect of the environment and proposing a stochastic model and a robust resolution method capable of absorbing the dysfunction of the system. The third problem consists of solving a multiobjective version of the problem by proposing innovative approaches.