



**École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes**  
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

## **AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT**

**Madame Hanane RACHIH**

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique

Le Vendredi 22 Juillet 2022 à 09H au Grand amphi à l'ENSIAS

**Intitulé de la thèse**

### **METAHEURISTICS FOR STOCKS MANAGEMENT IN REVERSE LOGISTICS SYSTEMS**

**Devant le Jury composé de :**



**Président :**

Pr. Abdellatif El Afia, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Directeurs de thèse :**

Pr. Raddouane CHIHEB, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Fatima Zahra MHADA, PH, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Rapporteurs :**

Pr. Abdelaziz BERRADO, PES, EMI, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Mohamed OUZINEB, PES, INSEA, Rabat

Pr. Fatima OUZAYD, PH, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Examineur :**

Pr. Nouredine MOUSSAID, PH, FST-Mohammedia, Université Hassan II-  
Casablanca

**Résumé :** Après le changement climatique mondial, l'orientation sociale et environnementale est devenue déterminante pour l'industrie. Les consommateurs du monde entier sont de plus en plus conscients et exigent des solutions durables et socialement responsables pour atténuer ce risque de changement climatique. Aujourd'hui, les obligations légales et les lois posées par les gouvernements continuent d'évoluer pour encourager l'industrie à trouver des moyens pour réduire l'impact des déchets et des produits usagés. En effet, avec des ressources et une capacité d'élimination limitées, le recyclage des produits et matériaux usagés est essentiel pour répondre à la demande croissante de la population et de la consommation.

Ainsi, différentes filières logistiques telles que la logistique verte et la logistique inverse ont émergé pour améliorer la qualité de vie des produits, sensibiliser tous les acteurs responsables à la protection de l'environnement, et passer d'une société industrielle dissipatrice à une société basée sur le recyclage et la préservation des ressources naturelles. Cette logistique verte vise à minimiser l'impact de l'industrie sur l'environnement, par exemple en réduisant la consommation d'énergie et la réutilisation de matériaux dans les activités logistiques.

Comme ce processus inverse est intégré dans la chaîne de production, les gestionnaires sont confrontés à des défis de gestion, notamment la gestion des stocks. L'optimisation de ces stocks ne doit pas compromettre le niveau de service rendu aux clients, ce qui est un défi pour les gestionnaires et les chercheurs dans ce domaine.

Dans une perspective de durabilité économique et d'impact écologique de la chaîne logistique inverse, cette thèse propose une nouvelle politique pour soutenir la gestion des stocks pour optimiser le coût du système avec flux inverse. Nous sommes très intéressés par la recherche sur la gestion des stocks des systèmes hybrides Manufacturing/Remanufacturing (M/R), également par les métaheuristiques qui sont des méthodes puissantes de résolution pour les problèmes de l'optimisation de famille combinatoire.

Notre première contribution porte sur l'application de méthodes métaheuristiques et une analyse systématique générale de leur efficacité pour optimiser les principaux problèmes de la logistique inverse, en se basant sur la classification de divers domaines de recherche de la logistique inverse. La deuxième contribution porte sur les problèmes de gestion des stocks dans le cadre de la logistique inverse. Nous avons décrit une proposition de modèle de gestion des stocks à l'aide d'une modélisation mathématique pour un système hybride (M/R) avec flux inverse. Le système étudié tente de répondre à deux types de besoins des clients : des demandes pour les nouveaux produits et d'autres pour les produits remis à neuf, avec des prix de vente différents. La production est assurée par une seule ressource partagée entre les opérations de fabrication des nouveaux produits et la remise à neuf des retours. L'objectif est de trouver la stratégie optimale pour déterminer les niveaux optimaux des stocks (retours, produits neufs et produits

remis à neuf), tout en minimisant le coût total du système sous l'effet stochastique des demandes et des retours. A cette fin, nous avons simulé et optimisé ce modèle tout en combinant la simulation à événements discrets et l'optimisation par les métaheuristiques telles que l'Algorithme Génétique et le Tabu Search. Les résultats des deux approches développées ont été comparés à ceux de l'outil OptQuest d'ARENA.

Les résultats obtenus montrent que la gestion des niveaux des stocks joue un rôle important dans la minimisation du coût des systèmes avec flux inverse. En outre, l'étude comparative des méthodes proposées a démontré l'efficacité de l'Algorithme Génétique par rapport à d'autres méthodes d'optimisation dans le cas de notre modèle de gestion de stock en termes de qualité de la solution, de total des niveaux des stocks et de nombre d'itérations.

**Mots-clés :** Algorithme Génétique, Gestion des stocks, Logistique Inverse, Métaheuristiques, OptQuest, Politiques optimales, Recherche Tabou, Simulation à événement discret.



**Abstract:** Following global climate change, environmental requirements influenced by social factors become critical for the sector. Consumers all across the world are becoming more aware of the hazards of climate change and are seeking socially responsible and sustainable solutions. In this context, legislative obligations will continue to increase globally to force manufacturers to identify solutions that can lessen the environmental effect of their trash and used items. As a result, with limited resources and landfill facilities, the recovery of old items and materials is becoming increasingly important in order to satisfy the requirements of a rising population at an increasing level of consumption.

Accordingly, different branches of logistics such as green logistics and reverse logistics have emerged to improve the quality of product life, to raise the awareness of all responsible parties to protect the environment, and to move from an industrial society that is highly dissipative of raw materials to a society based on recycling and eco-friendly. This green logistics consists of minimizing the ecological impact of industry, such as through reducing the energy consumption of logistical activities and the usage of resources.

However, with the integration of this reverse flow in the supply chain, managers will confront several challenges, including stock management. The optimization of these stocks while not compromising the level of services given to clients is a problem for both managers and researchers. To properly deploy the reverse supply chain, meticulous design, planning, and management are required. To that end, and in light of the reverse supply chain's economic sustainability and environmental effect, this thesis presents novel

inventory management support policies that enable cost optimization in a reverse logistics system. We are particularly interested in hybrid stock management.

Manufacturing-Remanufacturing system and, in metaheuristics as they are considered one of the powerful methods for solving combinatorial optimization problems.

Our first contributions focus on a systematic analysis of the application of metaheuristic methods and their performance for the optimization of main problems in relation with reverse logistics based on a classification of the different research areas of reverse logistics. The most recent contributions are concerned with the investigation of an inventory control model in a reverse logistics system. We defined the proposed model for a hybrid reverse logistics system using mathematical modeling (Manufacturing-Remanufacturing). The considered hybrid system tries to satisfy two types of customer demands: those for new items and those for remanufactured products which have different selling prices. The production activities are ensured by a single shared resource (Machine).

The main purpose is to find an optimal policy that defines the different stock levels (i.e., returns, new products, and remanufactured products) while minimizing the system's overall cost under the stochastic effect of demand and returns arrivals. To tackle the challenge, we implemented the simulation and optimization of the model while combining discrete event simulation and optimization by metaheuristics such as Genetic Algorithm and Tabu Search. The results of the two developed approaches were compared to the OptQuest tool's results. The results of our study showed that inventory level management plays an important role in terms of cost minimization in the reverse logistics systems. In addition, the comparative study of the proposed methods revealed the effectiveness of the Genetic Algorithm over the other methods in solving and optimizing our inventory management model in terms of solution quality, total of the stock levels and number of iterations.

**Keywords:** Discrete Event Simulation, Genetic Algorithm, Management, Metaheuristics, OptQuest, Optimal Policy, Reverse Logistics, Stocks Tabu Search.

