

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Setif 1 University Ferhat Abbas
Faculty of Sciences
Department of Mathematics



جامعة سطيف 1 فرحات عباس
كلية العلوم
قسم الرياضيات

Master's Thesis in Mathematics

Option : Applied Mathematics

Theme :

OPERATIONS RESEARCH: SOME HISTORICAL APPROACHES

Presented by

Miss. Khaoula MEDJMAJ

Supervisor: **Pr. Nourreddine DAILI**

Thesis defended on June 03, 2026, in front of the jury composed of:

Mr. Salim MESBAH

Prof. Setif 1 University Ferhat Abbas

President

Mr. Nourreddine DAILI

Prof. Setif 1 University Ferhat Abbas

Supervisor

Mr. Rachid CHEURFA

Prof. Setif 1 University Ferhat Abbas

Examiner

2025/2026

TABLE DES MATIÈRES

Introduction Générale	5
0.1 Contexte et problématique	5
0.2 Objectifs du mémoire	5
0.3 Organisation du mémoire :	6
1 Aperçu historique et évolution de la Recherche Opérationnelle	7
1.1 La définition de la Recherche Opérationnelle	7
1.2 Les précurseurs et les origines militaires	8
1.2.1 Problème de transport chez les Romains	8
1.2.2 Stratégie militaire chinoise	9
1.3 La naissance de la RO pendant la seconde guerre mondiale	11
1.3.1 Le contexte britannique	11
1.3.2 Le contexte américain	12
1.4 L'âge d'or : mathématisation et formulation (1950-1970)	13
1.4.1 La programmation linéaire	13
1.4.2 Fondements théoriques de la recherche opérationnelle	14
1.5 Crise, maturité et diversification (1980-2000)	15
1.5.1 Complexité et problèmes NP-difficiles	16
1.5.2 Nouvelles approches	17
2 Problèmes historiques, Propriétés et implémentations	21
2.1 Rappels sur la théorie des graphes	21
2.1.1 Définition	21
2.1.2 Les principaux types de graphes	21
2.2 Méthodes exactes	24
2.2.1 Programmation linéaire	24
2.2.2 Méthode de séparation et évaluation (Branch & Bound)	25

2.2.3	Programmation dynamique (équation de Bellman)	27
2.3	Méthodes heuristiques	28
2.4	Méthodes métaheuristiques	29
2.4.1	Comparaison des trois approches	30
2.5	Problème du transport	33
2.5.1	Contexte historique	33
2.5.2	Propriétés mathématiques, un problème linéaire :	34
2.5.3	Méthodes de résolution classiques	36
2.5.4	Implémentation numérique avec Python	38
2.6	Le problème du voyageur de commerce (TSP)	41
2.6.1	Contexte historique	41
2.6.2	Propriétés fondamentales	43
2.6.3	Approches de résolution	46
2.6.4	Implémentation numérique avec Python	50
2.7	Conclusion	54
3	Résultats récents, nouvelles frontières et défis futurs	57
3.1	L'intégration avec l'intelligence artificielle et le machine learning	57
3.1.1	Définition de l'Intelligence Artificielle (IA)	57
3.1.2	Recherche opérationnelle au service de l'intelligence artificielle	58
3.1.3	Intelligence artificielle au service de la recherche opérationnelle	60
3.2	La révolution des solveurs et des outils modernes	61
3.2.1	Évolution des solveurs commerciaux (CPLEX, GUROBI)	61
3.2.2	Essor des solveurs open source	63
3.2.3	Calcul haute performance (millions de variables)	64
3.3	Nouvelles applications et défis sociétaux	66
3.3.1	Logistique durable et économie circulaire	66
3.3.2	Secteur de la santé	67
3.3.3	Énergie et smart grids	68
3.4	Perspectives futures : les défis algorithmiques de demain	69
3.4.1	RO et Big Data	69
3.4.2	Éthique et optimisation	71
	Conclusion générale	73

Résumé

Ce mémoire retrace l'évolution historique de la RO, analyse deux problèmes clés (transport, TSP) et compare méthodes exactes, heuristiques et métaheuristiques via Python. Il explore l'intégration de l'IA, les solveurs modernes et leurs applications (logistique durable, santé, smart grids). Enfin, il discute Big Data, éthique et calcul haute performance. La RO est une discipline en pleine mutation alliant théorie mathématique et outils numériques.

Mots clés : Recherche opérationnelle, histoire, programmation linéaire, intelligence artificielle.

Abstract

This Master's dissertation traces OR's history, analyzes two key problems (transport, TSP) and compares exact, heuristics and metaheuristics methods via Python. It explores AI integration, modern solvers and applications (sustainable logistics, healthcare, smart grids). Big Data, ethics and HPC are discussed. OR is a rapidly evolving discipline combining mathematical theory with computational tools.

Keywords : Operations research, history, linear programming, artificial intelligence.

MSC2020: 90-XX, 68W40, 90-03, 68TXX + 90CXX

ملخص

يتتبع هذا البحث تاريخ البحث العملياتي، حيث نحلل مشاكل رئيسية (النقل، البائع المتجول)، ونقارن الطرق الدقيقة والإرشادية والميتاإرشادية عبر بايثون. كما سنستكشف دمج الذكاء الاصطناعي والحالات الحديثة وتطبيقاتها، ثم نناقش البيانات الضخمة والأخلاقيات والحوسبة عالية الأداء. البحث العملياتي مجال متطور يجمع بين النظرية الرياضية والأدوات الحاسوبية.

الكلمات المفتاحية : البحث العملياتي، التاريخ، البرمجة الخطية، الذكاء الاصطناعي.