

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

MEMOIRE

Présenté à l'université de BATNA

Faculté des sciences de l'ingénieur - Département d'informatique  
Pour l'obtention du diplôme Magister en informatique

OPTION

SYSTEME D'INFORMATION ET DES CONNAISSANCES

Par

SAHA ADEL

Thème

Résolution des Problèmes Multi Objectifs à Base de Colonies de Fourmi

## *Remerciements*

Ces 16 mois de travail dans ce mémoire furent une étape importante dans ma vie, autant sur le plan professionnel que personnel. Aussi, j'aimerais commencer ce mémoire en remerciant les personnes qui m'ont épaulé et accompagné tout au long de ce parcours.

✚ Je remercie Dieu tout puissant clément et miséricordieux de m'avoir soigné et aidé.

✚ Je remercie Dr : Maamri Ramdane, mon encadreur, de m'avoir proposé ce sujet, et de l'attention qu'il a portée à mon travail. J'ai découvert grâce à lui le monde de la recherche, et plus précisément celui de l'optimisation, dans les meilleures conditions.

✚ J'adresse mes sincères remerciements à Dr Belatar Brahim pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider mon jury.

✚ Je remercie Dr Kazar Okba et Dr Bilami azzeddine pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire en acceptant d'en être les rapporteurs.

✚ Merci aux doctorants de l'université de Batna, ceux de la promotion 2006-2007 mais aussi tous ceux des autres promotions, avec lesquels j'ai passé de très bons moments. Je pense notamment à Guerrouf Faycel pour son fraternité plus que pour son amitié et à Benmessahel Bilal, Graini Abid, Merzougui Kamel, Belgueliel Youcef, Benfifi Khallaf, Benaouana Tayeb, Dilekh Taher, Rouaget Wahab, Naili makhoulouf, Bendiaf Messaoud , Hammani Med Said, Boumediene Salah, Aouachria, Arbouche, Bachir, Chami, Mansouri, Waboudia.

✚ Parallèlement à mon travail de mémoire, j'ai découvert le plaisir d'enseigner. Je remercie les enseignants avec qui j'ai eu le plaisir de travailler, et tout particulièrement Mr: Boubetra Abdelhak et Mr: Akrouf Samir pour leur confiance et leurs conseils.

✚ Tous les enseignants qui au long de mon cursus ont su éveiller et conforter mon intérêt pour l'informatique que ce soit ceux du centre universitaire de BBA, de l'université de Sétif ou ceux de L'université de Batna. .

## **Dédicaces**

Je dédie ce travail à mes parents, mon père Abd Elhafid et ma chère mère pour ses encouragements et ses prières tout au long de mes études, pour tous ce qu'ils avaient fait pour avoir ce résultat.

Je le dédie à mes frères, mes soeurs, ma grande mère, les petits enfants de la famille, et à ma grande famille .

|                                                                                           |                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Introduction générale .....                                                               | 6                                   |
| Présentation .....                                                                        | 6                                   |
| Organisation du mémoire: .....                                                            | 7                                   |
| Chapitre 1. Optimisation Combinatoire.....                                                | 9                                   |
| 1.1. Introduction : .....                                                                 | 9                                   |
| 1.2. Définition (problème combinatoire).....                                              | 10                                  |
| 1.4. Exemples de problèmes d'optimisation combinatoire : .....                            | 15                                  |
| 1.5. Résolution d'un problème d'optimisation combinatoire.....                            | 24                                  |
| 1.6. Conclusion .....                                                                     | 25                                  |
| Chapitre 02 Etat De L'art De L'optimisation Multiobjectif.....                            | 26                                  |
| 2.1. Problèmes d'optimisation mono-objectifs .....                                        | 26                                  |
| 2.2 Vocabulaire et définitions.....                                                       | 27                                  |
| 2.3 Problèmes d'optimisation multiobjectifs .....                                         | 28                                  |
| 2.4. Approches de résolution .....                                                        | 35                                  |
| 2.5. Discussion.....                                                                      | 40                                  |
| Chapitre 3 Les métaheuristiques pour l'optimisation multiobjectif .....                   | 42                                  |
| 3.1. Introduction .....                                                                   | 42                                  |
| 3.2. Les méthodes de recherche locale .....                                               | 43                                  |
| 3.3 Les algorithmes évolutionnaires.....                                                  | 50                                  |
| 3.4 Quelques algorithmes évolutionnaires performants .....                                | 60                                  |
| 3.5. Mesure de performance .....                                                          | 66                                  |
| Chapitre 4 Metaheuristique D'optimisation Par Colonies De Fourmis.....                    | 71                                  |
| 4.1 Optimisation par Colonies de fourmis.....                                             | 70                                  |
| 4.2. Les fourmis réelles.....                                                             | 71                                  |
| 4.3. Les fourmis artificielles.....                                                       | 81                                  |
| 4.4. Optimisation par colonies de fourmis.....                                            | 83                                  |
| 4.5. Optimisation par colonies de fourmis pour la résolution de PMO .....                 | 88                                  |
| Structures de phéromone .....                                                             | 93                                  |
| Définition du facteur phéromone.....                                                      | 93                                  |
| Définition du facteur heuristique.....                                                    | 94                                  |
| Solutions à récompenser .....                                                             | 94                                  |
| 4.7. Discussion.....                                                                      | 95                                  |
| 4.5 Discussion.....                                                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Chapitre 5 Etude de différentes stratégies phéromonales .....                             | 97                                  |
| 5.1 Introduction .....                                                                    | 96                                  |
| 5.2 Algorithme ACO pour le MKP .....                                                      | 96                                  |
| 5.3 Influence des paramètres $\alpha$ et $\rho$ sur la résolution .....                   | 103                                 |
| 5.4 Influence des traces de phéromone sur la similarité des solutions calculées .....     | 105                                 |
| 5.5 Expérimentations et résultats.....                                                    | 108                                 |
| 5.6 Conclusion .....                                                                      | 115                                 |
| Chapitre 6 : Optimisation par colonies de fourmis pour des problèmes multi-objectifs..... | 115                                 |
| 6.1 Optimisation par colonies de fourmis.....                                             | 116                                 |
| Rank-based Ant system (AS-rank).....                                                      | 120                                 |
| Ant-Q.....                                                                                | 120                                 |
| Ant Colony System.....                                                                    | 121                                 |
| Règle de mise à jour de phéromone globale.....                                            | 121                                 |
| Règle de mise à jour de phéromone locale .....                                            | 121                                 |
| MAX –MIN Ant Sytem (MMAS).....                                                            | 122                                 |
| 6.2. Un algorithme ACO générique pour la résolution de PMO .....                          | 127                                 |
| Définition des facteurs phéromone.....                                                    | 130                                 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Mise à jour de phéromone. ....                                                                                               | 131 |
| Définition des facteurs phéromone. ....                                                                                      | 132 |
| Mise à jour de phéromone. ....                                                                                               | 132 |
| Facteur phéromone. ....                                                                                                      | 133 |
| Mise à jour de phéromone. ....                                                                                               | 133 |
| Chapitre 7 : Contribution Principale et Résultats d'Expérimentations .....                                                   | 133 |
| 7.1 Introduction : .....                                                                                                     | 134 |
| 7.2 Nouvelle Variante : NV-m-ACO(1,m).....                                                                                   | 134 |
| 7.3 Discussion :.....                                                                                                        | 136 |
| 7.4 Expérimentations et résultats (Application du m-ACO au problème du sac à dos<br>Multidimensionnel multi-objectif ) ..... | 136 |
| Analyse de la métrique C.....                                                                                                | 140 |
| Analyse de la métrique C.....                                                                                                | 143 |
| Conclusion et Perspectives .....                                                                                             | 148 |
| Contributions Scientifiques : .....                                                                                          | 150 |
| Bibliographie .....                                                                                                          | 151 |