

N° D'ordre :

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène

Faculté de Génie Electrique

Département d'Informatique

Thèse

Présentée par : **Riad HADJI**

Pour l'obtention du diplôme de

Magister en Informatique

Option

Système et Programmation Avancée

Titre :

**Optimisation Parallèle & Coopérative :
Application au Problème de Recouvrement
d'Ensembles**

Soutenue publiquement le 18 mars 2002 devant le jury :

Président : M^r M. AHMED NACER Maître de Conférence (USTHB)

Directeur de thèse : M^r M. RAHOUAL Chargé de Cours (USTHB)

Examineurs : M^r N. BADACHE Maître de Conférence (USTHB)

M^r M. AIDER Maître de Conférence (USTHB)

M^r V. BACHELET Maître de Conférence (Fucam-
Univ Mons)

SOMMAIRE.

INTRODUCTION GENERALE	5
CHAPITRE I LES PROBLEMES D'OPTIMISATION COMBINATOIRE.....	7
I. INTRODUCTION.....	7
II. DEFINITION	7
III.MODELISATION DES PROBLEMES D'OPTIMISATION COMBINATOIRE.....	8
<i>III.1.LES GRAPHES</i>	<i>8</i>
<i>III.2.LA PROGRAMMATION LINEAIRE EN NOMBRE ENTIER</i>	<i>8</i>
<i>III.3.LA PROGRAMMATION LINEAIRE.....</i>	<i>8</i>
IV.QUELQUES EXEMPLES DE PROBLEMES D'OPTIMISATION COMBINATOIRE ..	9
<i>IV.1.LE PROBLEME DU PLUS COURT CHEMIN</i>	<i>9</i>
<i>IV.2.LES PROBLEMES D'ORDONNANCEMENT.....</i>	<i>9</i>
IV.2.1.LES TACHES	10
IV.2.2.LES RESSOURCES.....	10
IV.2.3.LES CONTRAINTES	10
IV.2.4.LE CRITERE D'OPTIMISATION OU LA FONCTION OBJECTIF	11
<i>IV.3.LE PROBLEME DE RECOUVREMENT D'ENSEMBLES.....</i>	<i>11</i>
<i>IV.4.LE PROBLEME DU VOYAGEUR DE COMMERCE</i>	<i>12</i>
<i>IV.5.LE PROBLEME DU SAC A DOS.....</i>	<i>12</i>
V. COMPLEXITE DES PROBLEMES D'OPTIMISATION COMBINATOIRE	13
VI.CONCLUSION	15
CHAPITRE II APPROCHES DE RESOLUTION DES PROBLEMES D'OPTIMISATION COMBINATOIRE.....	16
I. LES METHODES EXACTES	17
<i>I.1.LA PROGRAMMATION LINEAIRE</i>	<i>17</i>
<i>I.2.LES METHODES PAR SEPARATION ET EVALUATION(BRANCH AND BOUND)</i>	<i>17</i>
II. LES METHODES APPROXIMATIVES : LES METAHEURISTIQUES.....	20
<i>II.1.LES METHODES CONSTRUCTIVES</i>	<i>20</i>
<i>II.2.LES METHODES ITERATIVES</i>	<i>20</i>
II.2.1.LES METAHEURISTIQUES A SOLUTION UNIQUE.....	21

II.2.1.1. Approche du modèle à solution unique	21
II.2.1.1.1. La mémoire	22
II.2.1.1.2. La solution initiale	22
II.2.1.1.3. La génération des candidats	23
II.2.1.1.4. La sélection d'un candidat	23
II.2.1.1.5. Le critère d'arrêt	24
II.2.1.2. Les méthodes de descente (Recherche locale)	24
II.2.1.3. Le recuit simulé (SA - Simulated Annealing)	26
II.2.1.4. La recherche tabou (TS – Tabu Search)	28
II.2.2. LES METAHEURISTIQUES A POPULATION DE SOLUTIONS	30
II.2.2.1. Caractérisation des métaheuristiques à population de solutions	30
II.2.2.2. Les algorithmes génétiques (GA – Genetic Algorithm)	32
II.2.2.3. La recherche par dispersion	35
II.2.2.4. Les systèmes de fourmis (AS – Ant System)	37
II.2.2.4.1. Application au problème du voyageur de commerce	39
II.2.2.4.1.1. Règle de transition d'une fourmi	39
II.2.2.4.1.2. Mise à jour globale de la phéromone	40
II.2.2.4.2. Quelques extensions des systèmes de fourmis	40
II.2.2.4.2.1. Les colonies de fourmis	40
II.2.2.4.2.2. Les systèmes de fourmis Min-Max	43
II.2.2.4.2.3. Les systèmes de fourmis avec la stratégie élitiste	43
II.2.2.4.2.4. Les systèmes de fourmis avec la stratégie élitiste et la méthode du ranking	44
II.3. APPROCHE DE CLASSIFICATION DES METAHEURISTIQUES	45
III. CONCLUSION	46
CHAPITRE III APPROCHES DE RESOLUTION PARALLELES ET COOPERATIVES	47
I. TECHNIQUES D'IMPLEMENTATION PARALLELES DES METAHEURISTIQUES.	47
I.1. PARALLELISATION DE LA RECHERCHE TABOU	48
I.1.1. PARALLELISATION PAR DECOMPOSITION FONCTIONNELLE (DE BAS NIVEAU)	48
I.1.2. PARALLELISATION PAR DECOMPOSITION DU DOMAINE	48
I.1.3. PARALLELISATION MULTITACHE	49
I.2. PARALLELISATION DE L'ALGORITHME DU RECUIT SIMULE	50
I.2.1. PARALLELISATION DE HAUT NIVEAU	50
I.2.2. PARALLELISATION DE BAS NIVEAU	51
I.3. PARALLELISATION DES ALGORITHMES GENETIQUES	52
I.3.1. MODELE CENTRALISE	52
I.3.2. MODELE DISTRIBUE	54

I.3.3. MODELE TOTALEMENT DISTRIBUE	54
I.4. PARALLELISATION DES SYSTEMES DE FOURMIS	56
I.4.1. MODELE MAITRE/ESCLAVE SYNCHRONE	56
I.4.2. STRATEGIE BASEE SUR UN MODELE PARTIELLEMENT ASYNCHRONE	59
II. HYBRIDATION ET COOPERATION DES METAHEURISTIQUES	61
II.1. LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE	61
II.1.1. NIVEAU DE L'HYBRIDATION	61
II.1.2. MODE DE L'HYBRIDATION	62
II.2. LES CLASSES D'HYBRIDATION HIERARCHIQUES	62
II.2.1. LA CLASSE LRH – LOW-LEVEL RELAY HYBRID	62
II.2.2. LA CLASSE LCH – LOW-LEVEL CO-EVOLUTIONARY HYBRID	63
II.2.3. LA CLASSE HRH – HIGH-LEVEL RELAY HYBRID	64
II.2.4. LA CLASSE HCH – HIGH-LEVEL CO-EVOLUTIONARY HYBRID	65
II.3. LA CLASSIFICATION A PLAT	67
II.3.1. L'HOMOGENEITE DES METHODES	67
II.3.2. LE DOMAINE D'APPLICATION	68
II.3.3. HYBRIDE GENERALISTE OU SPECIALISTE	68
II.4. UNE GRAMMAIRE TAXONOMIQUE	69
III. CLASSIFICATION DES ARCHITECTURES PARALLELES CIBLES	71
III.1. MACHINE DEDIEE OU MACHINE GENERALE	71
III.2. MACHINE A MEMOIRE PARTAGEE OU MACHINE A MEMOIRE DISTRIBUEE	71
III.3. MACHINE HOMOGENE OU MACHINE HETEROGENE	71
III.4. MACHINE PARALLELE STATIQUE, DYNAMIQUE OU ADAPTATIVE	71
IV. CONCLUSION	73
CHAPITRE IV RESOLUTION DU PROBLEME DE RECOUVREMENT	
D'ENSEMBLES	74
I. PRESENTATION DU PROBLEME DE RECOUVREMENT D'ENSEMBLES (SCP)	74
II. APPLICATION DES SYSTEMES DE FOURMIS AU PROBLEME DE	
RECOUVREMENT D'ENSEMBLES	77
II.1. REPRESENTATION DE LA SOLUTION ET DE LA FONCTION OBJECTIF	77
II.2. LA REGLE DE TRANSITION D'UNE FOURMI (CHOIX D'UNE COLONNE)	78

II.3.LA MISE A JOUR DE LA PHEROMONE.	80
II.4.ELIMINATION DES COLONNES REDONDANTES.	81
II.5.L'ALGORITHME DE RESOLUTION DU SCP : LES SYSTEMES DE FOURMIS (ANTS)	83
II.6.ETUDE ET CALIBRAGE DES PARAMETRES DES SYSTEMES DE FOURMIS.	85
II.7.TESTS D'EXPERIMENTATION DE L'ALGORITHME (ANTS).....	88
III.HYBRIDATION DE L'ALGORITHME AVEC LA RECHERCHE LOCALE.....	89
III.1.LA RECHERCHE LOCALE (LS).	89
III.2.ETUDE ET CALIBRAGE DES PARAMETRES DE LA RECHERCHE LOCALE.....	91
III.3.TESTS D'EXPERIMENTATION DE L'ALGORITHME (LS).....	91
III.4... HYBRIDATION DES SYSTEMES DE FOURMIS ET DE LA RECHERCHE LOCALE EN MODE HRH (ANTS+LS).....	93
III.5.TESTS D'EXPERIMENTATION DE L'ALGORITHME (ANTS+LS).....	95
III.6... HYBRIDATION DES SYSTEMES DE FOURMIS ET DE LA RECHERCHE LOCALE EN MODE HCH (ANTSLS).....	96
III.7.TESTS D'EXPERIMENTATION DE L'ALGORITHME (ANTSLS).....	98
IV.IMPLEMENTATION PARALLELES DES ALGORITHMES DE RECHERCHE... 100	
IV.1.PARALLELISATION MULTIDEPART INDEPENDANTE	100
IV.2.PARALLELISATION DES FOURMIS	103
V. CONCLUSION.	107
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	108
BIBLIOGRAPHIE.....	109