

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

HOUARI BOUMEDIENE

Faculté d'Electronique et d'Informatique

Département d'Informatique



**Mémoire de fin d'études
pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Informatique**

Option : Réseaux

Thème :

**Optimisation par colonie de fourmis pour le
routage dans les réseaux de capteurs.**

Organisme d'accueil : CERIST

Encadré par :

Mr HAMANI Nacer

Réalisé par :

CASTEL Lamia
ZEKRI Yasmine

Soutenu le : 24/09/2007

Président de jury: M^r. Khemissa

Membre du jury: M^{lle}.Kheroua

Membre du jury: M^r. Daoudi

Binome N°

88/07

Promotion : 2006/2007

REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

HOUARI BOUMEDIENE

Faculté d'Electronique et d'Informatique

Département d'Informatique



**Mémoire de fin d'études
pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Informatique**

Thème :

**Optimisation par colonie de fourmis pour le
routage dans les réseaux de capteurs.**

Organisme d'accueil : CERIST

Encadré par :

Mr HAMANI Nacer

Réalisé par :

CASTEL Lamia
ZEKRI Yasmine

Soutenu le : 24/09/2007

Président de jury: M^r. Khemissa

Membre du jury: M^{lle}.Kheroua

Membre du jury: M^r. Daoudi

Binome N°

88/07

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1: Environnements mobiles et réseaux de capteurs.....	3
1. Introduction.....	3
2. Environnement mobile.....	4
2.1. Les réseaux cellulaires.....	5
2.2. Les réseaux ad hoc.....	6
2.2.1. Qu'est ce qu'un réseau ad hoc.....	6
2.2.2. Caractéristiques des réseaux ad hoc.....	6
2.2.3. Domaines d'application.....	7
3. Réseaux de capteurs.....	7
3.1. Définition.....	7
3.2. Fonctionnement du réseau.....	8
3.3. Domaines d'application.....	8
3.4. Comparaison entre les réseaux ad hoc et les réseaux de capteurs.....	10
3.5. Aspects de conception d'un réseau de capteurs.....	12
3.6. Architecture d'un micro capteur.....	16
3.7. Pile protocolaire pour les réseaux de capteurs.....	17
4. Conclusion.....	19
Chapitre 2 : Protocoles de routage dans les réseaux de capteurs.....	20
1. Introduction.....	20
2. Les protocoles centrés données.....	20
2.1. Flooding.....	20
2.2. Gossiping.....	20
2.3. SPIN.....	21
2.4. Directed Diffusion.....	21
2.5. Routage efficace en consommation d'énergie.....	23
2.6. Rumor Routing for sensor networks.....	23
2.7. Gradient-Based Routing (GBR).....	24
2.8. CADR & IDSQ.....	24
2.9. COUGAR.....	25
2.10. ACQUIRE.....	25
2.11. Protocole de routage utilisant l'optimisation par colonies de fourmis.....	25
3. Protocoles hiérarchiques.....	26
3.1. Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH).....	26
3.2. PEGASIS.....	27
3.3. TEEN et APTEEN.....	28
3.4. Self-Organizing Protocol (SOP).....	29

3.5. SEAD.....	29
3.6. Two-Tier Data Dissemination (TTDD).....	30
4. Les protocoles basés sur la localisation.....	30
4.1. Geographical Adaptive Fidelity (GAF).....	30
4.2. Geographical and Energy Aware Routing (GEAR).....	30
5. Protocoles orientés réseau de flot et qualité de service.....	31
5.1. Maximum Lifetime Energy Routing (MLER).....	31
5.2. Maximum Lifetime Data Gathering (MLDG).....	31
5.3. Minimum Cost Forwarding (MCF).....	32
5.4. Séquentiel Assignment Routing (SAR).....	32
5.5. SPEED.....	32
6. Conclusion.....	33

Chapitre 3 : Optimisation par Colonies de fourmis.....	34
1. Introduction.....	34
2. Fourmis réelles.....	35
2.1. Caractéristiques d'une colonie de fourmis.....	35
2.2. L'expérience du pont à doubles branches.....	35
2.3. L'expérience de l'obstacle.....	36
3. Fourmis artificielles.....	37
4. Heuristiques et métaheuristiques.....	38
5. L'optimisation par colonies de fourmis.....	38
5.1. Formalisation.....	39
5.1.1. Représentation.....	39
5.1.2. Comportement.....	39
5.1.3. Organisation de la métaheuristique.....	40
5.2. Propriétés des fourmis.....	40
5.3. L'algorithme de l'ACO.....	41
6. Systèmes de fourmis.....	43
6.1. Ant System.....	43
6.2. Max-Min System.....	46
6.3. Ant Colony System.....	46
7. Conclusion.....	47

Chapitre 4: Application de l'algorithme des colonies de fourmis au protocole de la diffusion dirigée pour le routage des données.....	48
1. Introduction.....	48
2. Directed Diffusion.....	49
2.1. Two-Phase Pull.....	50
2.2. One-Phase Push.....	50
2.3. One-Phase Pull.....	51

3. Utilisation de l'optimisation par colonie de fourmis pour le routage dans les réseaux de capteurs.....	51
4. Application de l'algorithme des colonies de fourmis à la diffusion dirigée.....	54
4.1. Hypothèses de travail.....	54
4.2. Principe.....	55
4.2.1. Terminologie.....	55
4.2.2. Structure des messages.....	55
4.2.3. Eléments du protocole.....	56
4.3.3. Etapes de l'algorithme.....	58
5. Conclusion.....	65

Chapitre 5 : Evaluation des performances de la solution proposée..... 66

1. Introduction.....	66
2. Environnement de simulation.....	66
2.1. Simulateur NS.....	67
2.1.1. Présentation de NS.....	67
2.1.2. Architecture de NS.....	67
2.2. Modèle de diffusion sous NS.....	68
2.3. Modèle d'énergie sous NS.....	69
3. Eléments de simulation.....	69
3.1. Version de Directed Diffusion.....	69
3.2. Implémentation du protocole.....	70
3.3. La charge du réseau.....	70
3.4. Le modèle d'énergie.....	70
4. Paramètres de simulation.....	71
5. Les métriques.....	72
5.1. Quantité d'énergie suffisante.....	72
5.2. Quantité d'énergie insuffisante.....	73
6. Tests et résultats.....	73
6.1. Evaluation des performances de la méthode d'optimisation par colonie de fourmis.....	73
6.1.1. Scénario.....	74
6.1.2. Interprétation des résultats.....	75
6.2. Etude comparative entre l'algorithme One-Phase Pull et ACO.....	76
6.2.1. Scénario.....	76
6.2.2. Interprétation des résultats.....	77
6.2.2.1. Quantité d'énergie suffisant.....	77
6.2.2.2. Quantité d'énergie insuffisante.....	80
7. Conclusion.....	81
CONCLUSION.....	82
BIBLIOGRAPHIE.....	83

Résumé :

De nombreuses applications de réseaux de capteurs sans fil voient actuellement le jour que ce soit dans le domaine de la sécurité, de la santé ou encore des maisons intelligentes. Selon MIT's Technology Review, il s'agit de l'une des dix nouvelles technologies qui bouleverseront le monde et notre manière de vivre et de travailler.

Cependant, ces réseaux, tout comme les réseaux ad hoc souffrent de nombreuses limitations en termes de performance, du fait du manque d'infrastructure et de la nature du média sans fil. Les micro-capteurs sont alimentés par des batteries de petites tailles généralement ni rechargeables ni remplaçables. Cette caractéristique limite alors la durée de vie du capteur et influe sur le fonctionnement global du réseau. C'est pourquoi, les protocoles de routage permettant d'économiser l'énergie occupent, aujourd'hui, un axe important de recherche dans ce domaine.

C'est dans ce but que nous avons proposé d'appliquer la méthode d'optimisation par colonie de fourmis au routage des données dans les réseaux de capteurs en vue de prolonger la durée de vie du réseau. Cette méthode, inspirée du modèle de recherche collective de nourriture, chez les fourmis en particulier, a déjà prouvé son efficacité dans la résolution de plusieurs problèmes d'optimisation.

Mots clés :

Réseaux de capteurs, minimisation d'énergie, routage, optimisation par colonie de fourmis.