

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
Département d'Informatique des Technologies de
L'Information



Mémoire
MASTER PROFESSIONAL

Domaine : Mathématique et Informatique
Filière : Informatique
Spécialité : Réseaux Convergence et sécurité

Présenté par : Mohammed Hadadj et Malek KHENFER

Thème

**Etude comparative entre les protocoles de
Routage RCF**

Soutenu publiquement
Le :03/07/2017

Devant le jury :

..... ..	.....	..... ..	President	UniversiteKasdiMerbah-Ouargla
M.	Adel ZGA	..... ..	Encadreur	UniversiteKasdiMerbah-Ouargla
M.	Abdessalam MESSIAID	..... ..	Co-encadreur	UniversiteKasdiMerbah-Ouargla
	.....	.....	Examiner	UniversiteKasdiMerbah-Ouargla

Année Universitaire 2016/2017

Remerciements

Nous remercions en premier lieu au DIEU pour nous avoir donné la force de réaliser ce travail.

Aussi mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail ainsi qu'à la réussite de cette formidable année académique.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur **ABDESLAM MESSAID** et Monsieur **ADEL ZGA**, pour ses générosités et les grandes patiences dont ils ont su faire preuves malgré ses charges professionnelles.

Nous remercions également tous les membres du jury d'avoir accepté à participer à l'évaluation de notre travail.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Table des matières

LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES ABREVIATIONS	5
Introduction Général	7
<i>Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux de capteurs sans fil</i>	9
Introduction	10
1. Généralités sur les réseaux de capteurs sans fil	10
1.1. Définition	10
1.2. Architecture d'un capteur	11
1.3. Applications RCSF	12
1.4. Classification des capteurs :	12
1.4.1 Apport énergétique :	12
1.5. Facteurs et contraintes de la conception des RCSF :	12
I.5.1 Durée de vie du réseau :	12
I.5.2 Ressources limitées :	13
I.5.3 Bande passante limitée :	13
I.5.4 Facteur d'échelle :	13
I.5.5 Topologie dynamique :	13
I.5.6 Agrégation de donnée :	13
1.6. Le modèle de consommation d'énergie dans les RCSF :	14
1.6.1 Energie de communication :	14
1.6.2. Energie de capture :	15
1.6.3. Energie de traitement :	15
Conclusion	16
<i>Chapitre 2 : les protocoles de routage dans les RCSF</i>	17
Introduction	18
2. Les critères de performance des protocoles de routage RCSF	18
2. Protocoles de routage dans les RCSF	19
3. Protocoles de routage hiérarchique	19
3.1. Le protocole LEACH:(Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy)	20

3.1.1.	Phase de configuration (setup phase) :	21
3.1.2.	Phase de transmission (steady state phase):	23
3.1.3.	Avantages et inconvénients de LEACH :	24
4.	L'algorithme Firefly.....	25
4.1.	Le but de l'algorithme Firefly :	26
4.2.	Fonction d'évaluation	26
5.	Le protocole Fire-LEACH.....	27
5.1.	Description du protocole Fire-LEACH.....	28
5.2.	Phase d'initialisation (setup-phase) :	28
5.3.	La phase de transmission.....	30
	Conclusion.....	30
	<i>Chapitre 3 : Comparaisons des protocoles (LEACH et Fire-LEACH) à l'aide de la simulation</i>	31
	Introduction.....	32
1.	Mise en œuvre.....	32
2.	Scénario de simulation.....	32
3.	Résultats de simulation :	33
3.1.	L'énergie Consommée	34
3.2.	Comparaison de la durée de vie.....	35
3.3.	Comparaison des données reçues	36
	Conclusion générale	40
	Bibliographie	41
	ملخص.....	0
	Résumé.....	0
	Abstract.....	0

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Les Capteurs sans Fil.	10
Figure 2: Les Composants d'un Nœud Capteur [2].....	11
Figure 3: Modèle de consommation d'énergie pour la communication [11].....	15
Figure 4: Principe de Clusterisation dans LEACH.[14]	20
Figure 5 : Les deux phases d'exécution pour le protocole LEACH [6]......	21
Figure 6 : La phase d'initialisation (set-up). [7]	23
Figure 7: Répartition du temps dans la phase de transmission.[7]	24
Figure 8 : Les Lucioles	26
Figure 9 : Application de principe de l'algorithme Firefly au choix des CHs dans les RCSFs.....	28
Figure 10 : Le déploiement des nœuds capteurs.....	34
Figure 11 : L'énergie Consommée du Protocole LEACH et Fire-LEACH.....	35
Figure 12 : nombre des nœuds mort du Protocole LEACH et Fire-LEACH	36
Figure 13 : Les Données Reçus du Protocole LEACH et Fire-LEACH	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les paramètres de simulation.	33
--	----

LISTE DES ABREVIATIONS

BS: Station de Base

CDMA: Code Division Multiple Access

CH: Cluster Head

DS-SS: Direct-Sequence Spread Spectrum

F-LEACH: Firefly-LEACH

FA: Firefly Algorithm

GA : Génétique Algorithmes

LEACH: Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy

PEGASIS: Power-Efficient Gathering In Sensor Information Systems

PSO: Particle Swarm Optimization.

RCSF : Réseau de Capteurs Sans Fil

SPIN : Sensor Protocols Information Negotiation

TDMA: Time Division Multiplexed Access

WSN: Wireless Sensors Networks

Introduction Général

Introduction Général

Les réseaux de capteurs sans fil (RCSF) sont un large domaine qui est utilisé dans de nombreuses applications et augmente ces dernières années, De la surveillance du trafic à la surveillance militaire, les RCSF sont utilisés presque dans tous les domaines. Les capteurs contiennent une batterie, un émetteur, un récepteur, une unité de traitement et une unité de captage. Le réseau de capteurs est formé par ces petits nœuds capteurs alimentés par batterie. Les nœuds sont déployés au hasard dans l'environnement pour être surveillés. Au cours de la collecte des données, l'énergie dans les nœuds diminue et la durée de vie du réseau diminue. Afin de maximiser la durée de vie du réseau, la consommation d'énergie des nœuds individuels devrait être minimisée. Plusieurs solutions sont présentes des techniques différentes pour minimiser la consommation de l'énergie sur l'ensemble du réseau. Néanmoins, des améliorations restent à apporter pour atteindre de meilleures performances.

Les contraintes présentées dans les RCSF ont donné naissance à des protocoles de routage différents que ceux des autres réseaux sans fil puisque la contrainte énergétique se pose avec force dans les RCSF, nous intéressent par Les protocoles de routage hiérarchique parce que sont les meilleurs dans l'efficacité énergétique, le routage hiérarchique permet de regrouper les nœuds en (groupes) pour optimiser l'énergie dans le réseau de capteurs.

Dans ce document, nous présentons le protocole de routage LEACH et Fire-LEACH pour une étude comparative entre les deux à l'aide de simulation par le logiciel MATLAB.

Organisation du mémoire

Ce mémoire est organisé comme suit :

Dans le premier chapitre nous présenterons les réseaux de capteurs sans fil : leurs architectures de communication et leurs applications, et après ça nous présenterons aussi le modèle de énergie consommée par le capture.

Dans le deuxième chapitre, est consacré à la présentation de le protocole LEACH et Fire-LEACH et expliqué les étapes d'exécution des chacun.

Dans le dernier chapitre nous détaillerons la simulation que nous avons conçu pour fait la comparaison entre les deux protocoles.

Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux de capteurs sans fil

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter les réseaux de capteurs sans fil. Et leur architecture et application, ensuite en va expliquer les caractéristiques, Facteurs et contraintes, consommation d'énergie et par la fin les domaines d'utilisation.

1. Généralités sur les réseaux de capteurs sans fil

1.1. Définition

Les réseaux de capteurs sans fil sont des systèmes distribués avec Descapteurs très petits utilisés pour surveiller l'environnement. L'application des réseaux de capteurs est large comme, la surveillance militaire, la Surveillancesanté, suivi des catastrophes naturelles, Surveillance d'usage eaux, etc. [1].



Figure 1: Les Capteurs sans Fil.

1.2. Architecture d'un capteur

Il y a quatre principales unités, qui sont présentées ci-dessous :

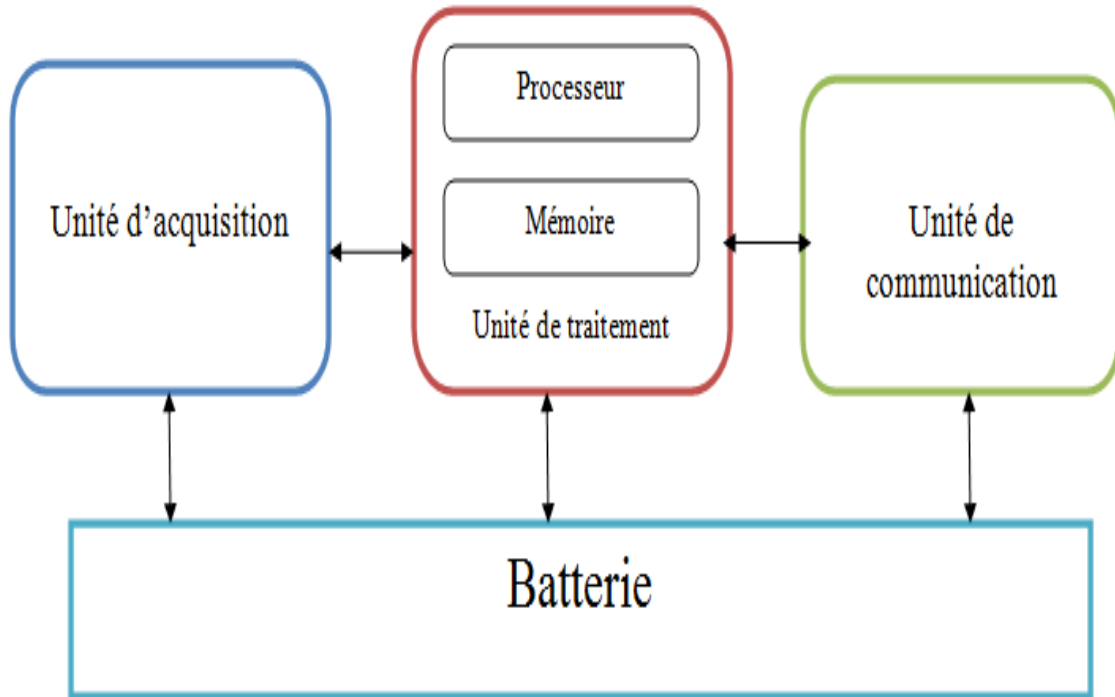


Figure 2: Les Composants d'un Nœud Capteur [2]

- **Unité de traitement (*Processing unit*)** : les données captées sont communiquées au processeur où elles sont stockées dans la mémoire.
- **Unité d'énergie (*Power unit*)** : Le composant plus importants d'un nœud capteur sont l'unité d'énergie, batterie qui, n'est généralement ni rechargeable ni remplaçable et peut être supportée par les cellules solaires.
- **Unité d'acquisition (*Sensing unit*)** : généralement composées de deux sous-unités : les capteurs et les convertisseurs analogiques à numériques (ADC).
- **Unité de communication (*Transceiver unit*)** : permet la communication entre les différents nœuds du réseau, elle est composée d'un émetteur/récepteur (module radio).

1.3. Applications RCSF

Les réseaux de capteurs sans fil offrent des capacités qui s'adaptent à une grande variété des domaines. Les applications de cette technologie contiennent la surveillance, la poursuite, ou le contrôle. La surveillance des espaces est l'une des applications très utilisées pour poursuivre tout type de variation environnementale dans un espace spécifique comme la température, la pression, le son, la lumière ou les vibrations.

1.4. Classification des capteurs :

Les capteurs ont plusieurs modes de classification :

1.4.1 Apport énergétique :

- ✓ **Capteurs passifs:** Ils n'ont pas besoin d'apport d'énergie extérieure pour fonctionner (exemple : thermistance, potentiomètre, thermomètre à mercure...). Ce sont des capteurs modélisables par une impédance. Une variation du phénomène physique étudié (mesuré) engendre une variation de l'impédance.
- ✓ **Capteurs actifs :** Ils sont constitués d'un ou d'un ensemble de transducteurs alimentés (exemple : chronomètre mécanique, jauge d'extensomètre appelée aussi jauge de contrainte, gyromètre...). Ce sont des capteurs que l'on pourrait modéliser par des générateurs comme les systèmes photovoltaïques et électromagnétiques. Ainsi ils génèrent soit un courant, soit une tension en fonction de l'intensité du phénomène physique mesuré.

1.5. Facteurs et contraintes de la conception des RCSF :

Dans les réseaux de capteurs sans fil, les contraintes de conception sont différentes de celles des réseaux classiques. La conception et la réalisation de ce genre de réseaux sont influencées par plusieurs facteurs qui servent comme directives pour tous algorithmes et protocoles de ces réseaux.[6].

1.5.1 Durée de vie du réseau :

Les définitions possibles et proposées dans la littérature sont les suivantes :

1. C'est l'intervalle de temps qui sépare l'instant de déploiement du réseau de l'instant où l'énergie du premier nœud s'épuise.

2. C'est l'intervalle de temps qui sépare l'instant de déploiement du réseau de l'instant où l'énergie du premier CH s'épuise toute son énergie. [7]

La durée de vie exigée pour un réseau peut varier entre quelques heures et plusieurs années.

I.5.2 Ressources limitées :

En plus de l'énergie, les nœuds capteurs ont aussi une capacité de traitement et de mémoire limitée. En effet, les industriels veulent mettre en œuvre des capteurs simples, petits et peu coûteux qui peuvent être achetés en masse.

I.5.3 Bande passante limitée :

Afin de minimiser l'énergie consommée lors de transfert de données entre les nœuds, les capteurs opèrent à bas débit. Typiquement, le débit utilisé est de quelques dizaines de Kb/s.

I.5.4 Facteur d'échelle :

Les applications des réseaux sans fil actuel exigent de la centaine jusqu'à des milliers des capteurs sans fil pour leurs fonctionnements, pour cela on trouve que l'extensibilité est un facteur indispensable dans la conception des RCSF. [8]

I.5.5 Topologie dynamique :

La topologie des réseaux de capteurs peut changer au cours du temps pour les raisons suivantes :

- Les nœuds capteurs peuvent être déployés dans des environnements hostiles.
- Un nœud capteur peut devenir non opérationnel à cause de l'expiration de son énergie.
- Dans certaines applications, les nœuds capteurs et les stations de base sont mobiles.

I.5.6 Agrégation de donnée :

Dans les réseaux de capteurs, les données produites par les nœuds capteurs voisins sont très corrélées spatialement et temporellement. Ceci peut engendrer la réception par la station de base d'informations redondantes. Réduire la quantité d'informations redondantes transmises par les capteurs permet de réduire la consommation d'énergie dans le réseau et ainsi d'améliorer sa durée de vie.

1.6. Le modèle de consommation d'énergie dans les RCSF :

L'énergie consommée par un nœud capteur est due essentiellement aux opérations suivantes : la capture, le traitement et la communication de données. [4]

1.6.1 Energie de communication :

L'énergie de communication se décline en deux parties :

1. L'énergie de réception est déterminée par la quantité des données à communiquer et la distance de transmission, ainsi que par les propriétés physiques du module radio.
2. L'énergie de l'émission d'un signal est caractérisée par sa puissance. Quand la puissance d'émission est élevée, le signal aura une grande portée et l'énergie consommée sera plus élevée.

Notons que l'énergie de communication représente la portion la plus grande de l'énergie consommée par un nœud capteur. [6]

Pour transmettre un message de k bits sur une distance de d mètres, l'émetteur consomme :

$$E_{Tx}(S,d) = E_{Tx}(S) + E_{Tx_amp}(S,d) \quad (1)$$

$$E_{Tx}(S,d) = \begin{cases} S * E_{elec}(k,d) + S * \epsilon_{amp} * d^2 & \text{si } d < d_0 \\ S * E_{elec}(S,d) + S * \epsilon_{amp} * d^4 & \text{sinon} \end{cases}$$

Pour recevoir un message de k bits, le récepteur consomme :

$$E_{rx}(S) = S * E_{elec} \quad (2)$$

Avec :

- **Eelec** : énergie de transmission/réception électronique.
- **S** : taille d'un message.
- **d** : distance entre l'émetteur et le récepteur.
- **ETx_amp** : énergie d'amplification.
- **ε amp** : facteur d'amplification.

- d_0 : distance limite pour laquelle les facteurs de transmission changent de valeur.

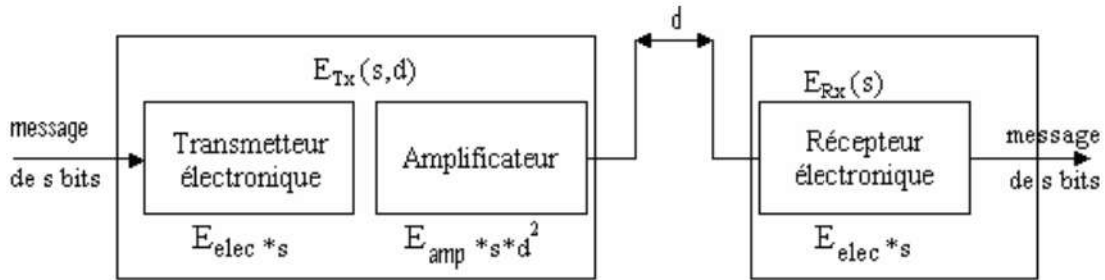


Figure 3: Modèle de consommation d'énergie pour la communication [11].

1.6.2. Energie de capture :

L'énergie de capture est dissipée pour accomplir les tâches suivantes :

- Echantillonnage.
- Traitement de signal.
- Conversion analogique/numérique.
- Activation de la sonde du capture.

En général, l'énergie de capture représente un faible pourcentage de l'énergie totale consommée par un nœud.

1.6.3. Energie de traitement :

L'énergie de traitement se divise en deux parties :

1. L'énergie de commutation est déterminée par la tension d'alimentation et la capacité totale commutée au niveau logiciel (en exécutant un logiciel).
2. Par contre l'énergie de fuite correspond à l'énergie consommée lorsque l'unité de calcul n'effectue aucun traitement.

En général, l'énergie de traitement est faible par rapport à celle nécessaire pour la communication.

L'énergie consommée par le traitement des données est :

$$EDA = 5n_j/\text{bit/signal}.$$

Conclusion

Les réseaux de capteurs sans fil présentent un intérêt considérable et une nouvelle étape dans l'évolution des technologies de l'information et de la communication. Nous avons essayé à travers ce chapitre de mettre le point sur l'architecture des RCSFs, et les contraintes de la conception des RCSF ainsi que leurs principaux domaines d'application.

Dans le chapitre suivant, nous détaillons le protocole de routage LEACH et Fire-LEACH.

Chapitre 2 : les protocoles de routage dans les RCSF

Introduction

Les protocoles de routage jouent un rôle déterminant et crucial dans la conception des RCSFs, et sont influencés par un facteur déterminant à savoir la consommation d'énergie sans perte d'efficacité.

De nombreuses stratégies de routages ont été créées pour les RCSF. Certaines sont des adaptations de stratégies qui existaient pour d'autres types de réseaux (principalement pour les réseaux sans-fil au sens le plus large) tandis que d'autres ont été conçues spécialement pour les réseaux de capteurs sans-fil.

Dans ce chapitre nous avons détaillé le protocole de base LEACH et le protocole Fire-LEACH pour une étude comparative entre les deux

2. Les critères de performance des protocoles de routage RCSF

La performance des réseaux de capteurs sans-fil est fondée sur les facteurs suivants [03]:

- **Facteur d'échelle** : Le nombre de nœuds déployés pour une application peut atteindre des milliers. Dans ce cas, le réseau doit fonctionner avec des densités de capteurs très grandes. Un nombre aussi important de nœuds engendre beaucoup de transmissions inter-cluster et nécessite que la station de base soit équipée de mémoire suffisante pour stocker les informations reçues
- **L'énergie** : chaque nœud utilise peu d'énergie pour des activités telles que la détection, le traitement, le stockage et la transmission. Un nœud dans le réseau doit savoir combien d'énergie sera utilisée pour effectuer une nouvelle tâche à laquelle il est soumis. L'énergie consommée peut varier selon le type de fonctionnalité ou l'activité qu'il a à accomplir.
- **Le temps de traitement** : il se réfère au temps pris par le nœud dans le réseau pour assurer l'ensemble de l'opération commençant par la détection, le traitement des données ou le stockage de données, la transmission ou la réception.
- **Le schéma de transmission** : la transmission de données par les nœuds de capteurs vers la destination ou la station de base se fait par un schéma de routage à un seul saut ou à multi saut.

- **La capacité du réseau** : tous les nœuds du réseau de capteurs utilisent certaines ressources du réseau qui les aident à accomplir certaines activités comme la détection ou la transformation.
- **Synchronisation** : dans les communications radio entre les nœuds de capteurs d'un WSN, les capteurs écoutent en permanence les transmissions et consomment de l'énergie s'ils n'ont pas synchronisé les uns les autres. Pour cela, un nœud doit avoir la même notion de temps pour se mettre en veille et se réveiller que ses voisins.
- **paquets de Contrôle** : un paquet envoyé avant la transmission entre deux nœuds est appelé le paquet de contrôle. Le paquet de contrôle contient le nombre de bits de données envoyés, l'adresse du nœud de destination et certaines informations qui contribuent à éviter les collisions pendant la transmission.

2. Protocoles de routage dans les RCSF

Il y a trois grands types de protocoles qui ont été suggérés pour les RCSF :

- Routage plat.
- Routage hiérarchique.
- Routage géographique.

Le routage dans les réseaux de capteur sans fil diffère du routage traditionnel parce que dans le cas de communication dans les RCSF, il est de type « plusieurs vers un » Ou « un vers plusieurs », c'est-à-dire que tous les informations captées par les capteurs sont centralisées vers la station de base.

3. Protocoles de routage hiérarchique

Le plus favorable Pour l'utilisation efficace d'énergie est le routage hiérarchique. Il se base sur le concept : nœud standard et nœud Maître. Les nœuds standards acheminent leurs messages à leur maître, lequel les achemine ensuite dans le réseau via d'autres nœuds maîtres jusqu'à la station de base.

Il y a plusieurs protocoles de routage hiérarchique comme LEACH, PEGASIS, TEEN, EECS, HEED. On va présenter **LEACH** parce que plus référencer.

3.1. Le protocole LEACH:(Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy)

LEACH est un protocole auto-organisateur basé sur le clustering adaptatif. Il a été l'un des premiers protocoles hiérarchiques à base de cluster. Le principe de LEACH consiste à diviser le réseau en deux niveaux : les ClusterHead (CH) et les nœuds membres ou générales (GN)[5].

Le protocole LEACH utilise la rotation randomisée pour la sélection des CH, pour une répartition uniforme de la charge énergétique entre tous les nœuds du réseau.

LEACH est fondé sur deux hypothèses de base :

- Tous les nœuds du réseau sont homogènes et limités en énergie.
- La station de base est fixe et est placée loin des capteurs,

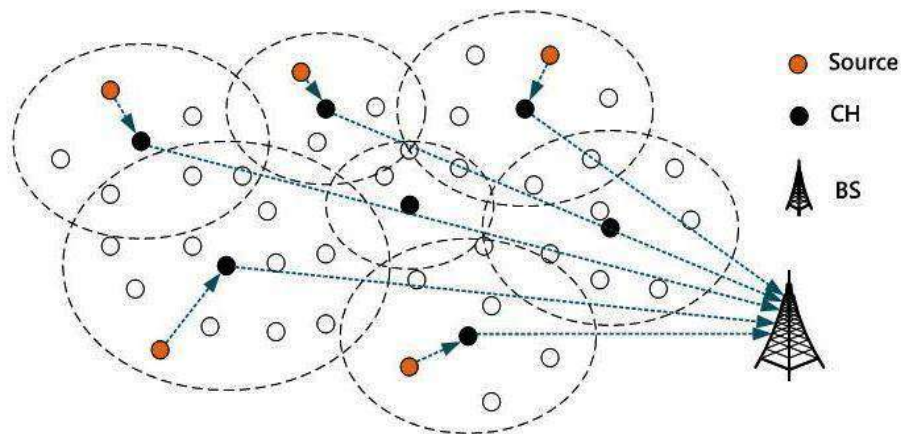


Figure 4: Principe de Clusterisation dans LEACH.[14]

LEACH est basé sur un algorithme de clustering distribué. C'est un protocole conçu pour le routage dans les réseaux de capteurs homogènes où les capteurs ont les mêmes caractéristiques et les mêmes capacités. Dans LEACH, les cluster-heads sont choisis aléatoirement et

communiquent directement avec la station de base ce qui permet de minimiser la consommation et réduire la quantité d'informations envoyées à la station de base.

Le protocole s'exécute en plusieurs cycles (ou rounds). Chaque round est composé de deux phases : la phase de configuration ou d'initialisation (setup phase) et la phase de transmission (steady state phase). Le round est composé de plusieurs frames, ces derniers à ses tours son composées de slots [5].

Setup phase ou La phase de transmission est plus longue et consomme plus d'énergie par rapport au la phase de configuration (set-up phase). La figure suivante montre les deux phases d'exécution d'un round pour le protocole LEACH :

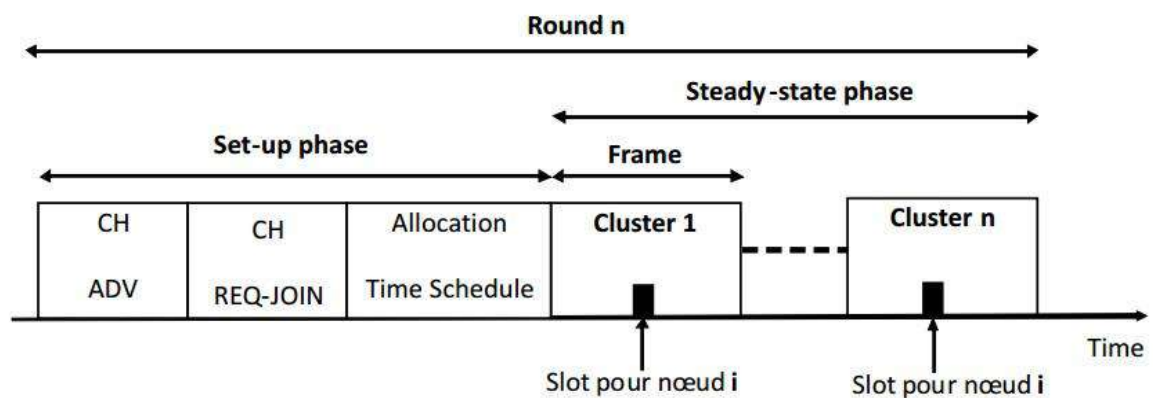


Figure 5 : Les deux phases d'exécution pour le protocole LEACH [6].

3.1.1. Phase de configuration (setup phase) :

Lors de la première phase, les clusters sont formés et les CHs sont sélectionnées. Cette sélection se base sur deux paramètres significatifs : le cycle (round) actuelle et le nombre des CHs désiré où chaque nœud prend une valeur aléatoire entre 0 et 1. Si la valeur choisie est inférieure seuil au $T(n)$, le nœud devient CH.

$$T(n) = \begin{cases} \frac{P}{1 - P \times \left(r \bmod \frac{1}{P} \right)} & \text{si } (n \in G) \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (3)$$

Avec :

- P : pourcentage désiré de CHs.
- n = numero de nœuds donné.
- r : round actuelle.
- G : ensemble des nœuds qui n'ayant pas été sélectionné comme CH durant les $(1/P)$ derniers rounds.

Chaque CH élu diffuse un message d'avertissement (ADV-CH) sur le réseau pour annoncer le nouveau CH. Chaque nœud (GN) non-CH et après avoir reçu les messages d'avertissement choisit le cluster ou le CH approprié (le plus proche) afin de le rejoindre. Cette sélection se base sur la force de signal des messages reçus (RSSI). Par la suite, chaque nœud non-CH informe le CH du cluster choisi par l'envoi d'une requête d'appartenance (JOIN-REQ)[6].

Après la réception des messages de rejoindre de tous les membres du cluster, le CH crée une suite temporelle (table TDMA), afin d'allouer à chaque nœud membre du cluster le slot de temps approprié quand il peut transmettre.

La technique de multiplexage utilisée dans LEACH pour l'accès au médium est le : TDMA. Le principe de cette technique consiste à allouer la totalité de la bande passante au nœud pendant un slot de temps donné. Chaque CH joue le rôle du coordinateur pour contrôler les transmissions des membres grâce à l'envoi préalable de la table TDMA aux membres de leur cluster. Donc cela, permet que chaque membre du cluster connaisse leur slot de temps qu'il va occuper, et de passer à l'état dormi (*sleep*) pendant les slots inactifs... La figure 6 illustre un diagramme qui résume la première phase de l'algorithme :

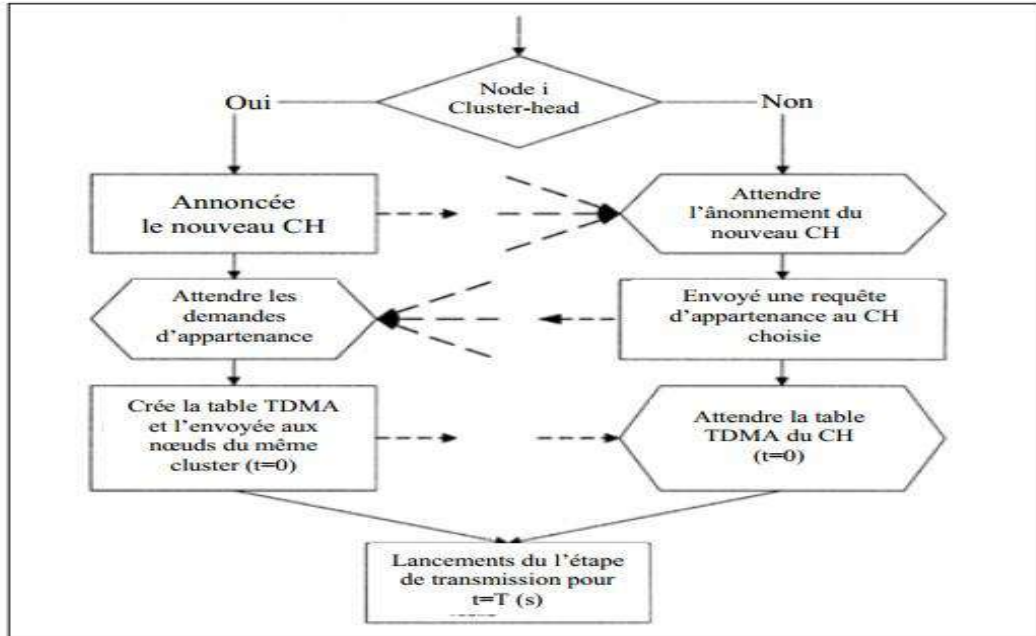


Figure 6 : La phase d'initialisation (set-up). [7]

3.1.2. Phase de transmission (steady state phase):

Chaque nœud membre (non-CH) dans le cluster transmet les données collectées à son CH. Et après le CH effectue une opération d'agrégation puis une autre opération de compression de tous ces données afin de l'envoyer à la station de base (BS). La durée de la deuxième phase est plus longue que celle de la première phase afin de réduire au minimum les problèmes d'overheading.

Après un intervalle de temps donné, une rotation randomisée du rôle du CH est conduite de sorte que la dissipation uniforme d'énergie dans le réseau de capteurs soit obtenue. Les auteurs ont trouvé, en se basant sur leur modèle de simulation, que seulement 5% des nœuds ont besoin d'agir comme. [5]

LEACH utilise la technique de multiplexage CDMA pour que les CH envoient les données à la station de base, où la communication inter-cluster aura lieu. La communication peut être directe (un seul saut) ou indirecte (multi-sauts).

Un nouveau round aura lieu après la fin de cette phase, Ce processus est répété jusqu'à ce que tous les nœuds du réseau soient élus CH, une seule fois, tout au long des rounds précédents. Dans ce cas, le round est réinitialisé à 0.

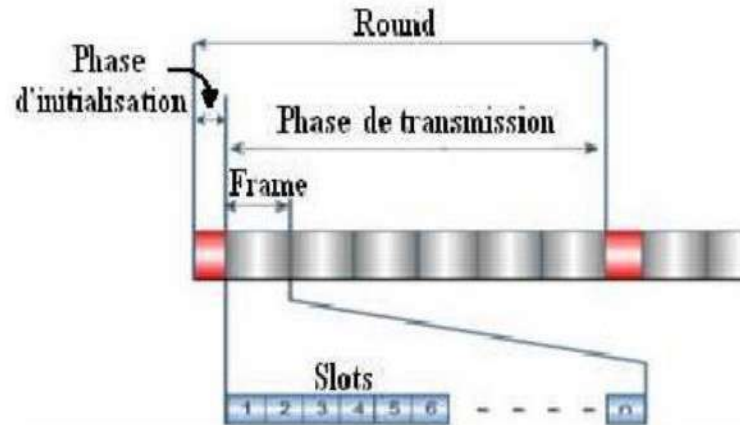


Figure 7: Répartition du temps dans la phase de transmission.[7]

3.1.3. Avantages et inconvénients de LEACH :

Avantages :

- Puisque chaque nœud transmet des données durant son slot, le taux de collision est diminué.
- Lorsqu'un nœud n'est pas dans son slot, il éteint sa radio pour conserver son énergie.
- L'auto-configuration des clusters se fait indépendamment de la station de base (algorithme distribué).
- Les données sont fusionnées pour réduire la quantité d'informations transmises vers la station de base.
- La consommation d'énergie est partagée sur l'ensemble des nœuds prolongeant ainsi la durée de vie du réseau.
- L'utilisation des techniques TDMA/CDMA permet d'avoir une hiérarchie et de réaliser des clusterings sur plusieurs niveaux.

Inconvénients :

- L'apparition des nœuds isolés. Un nœud isolé est un nœud qui ne se trouve pas dans la table TDMA (ne possède pas une tranche de temps (*slot time*) pour envoyer leur donnée à

la station de base). Pour cela ce nœud isolé doit transmettre leurs données directement à la station de base. Cette transmission directe exige une forte consommation d'énergie qui conduit à la diminution de la durée de vie du réseau.

- Les CHs les plus éloignés de la station de base meurent rapidement par rapport à ceux qui sont proches de la station.
- L'idée de formation des clusters augmente le nombre de messages échangés entre les nœuds, qui peuvent diminuer le gain dans la consommation d'énergie.
- Les nœuds les plus éloignés du CH meurent rapidement par rapport à ceux plus proches.
- LEACH suppose que chaque nœud communique directement avec la station de base ce qui cause une large consommation d'énergie pour la transmission des messages.

Pour surmonter les inconvénients de LEACH, nombreux protocoles ont été proposés dans la littérature pour surmonter la solution optimale. Divers algorithmes heuristiques basés sur l'Algorithme génétique (GA), l'algorithme (PSO) et l'algorithme Firefly et les colonies d'abeilles artificielles (ABC) ont été proposés pour résoudre des problèmes d'optimisation.

4. L'algorithme Firefly

Dans le but de résoudre des problèmes complexes, des idées inspirées à partir de la nature ont été exploitées pour développer des heuristiques inspirées de la nature. La création des méta-heuristiques s'est inspiré de divers domaines tel que la biologie ou l'éthologie (étude du comportement des animaux). Les « FireFly » sont de petits coléoptères ailés capables de produire une lumière clignotante froide pour une attraction mutuelle.

Les femelles peuvent imiter les signaux lumineux des autres espèces afin d'attirer des mâles qu'elles les capturent et les dévorent. Les lucioles ont un mécanisme de type condensateur, qui se décharge lentement jusqu'à ce que certain seuil est atteint, ils libèrent l'énergie sous forme de lumière. Le phénomène se répète de façon cyclique. L'Algorithme des lucioles développé par Yang [8] est inspiré par l'atténuation de la lumière sur la distance et l'attraction mutuelle mais il considère toutes les lucioles comme unisexes.

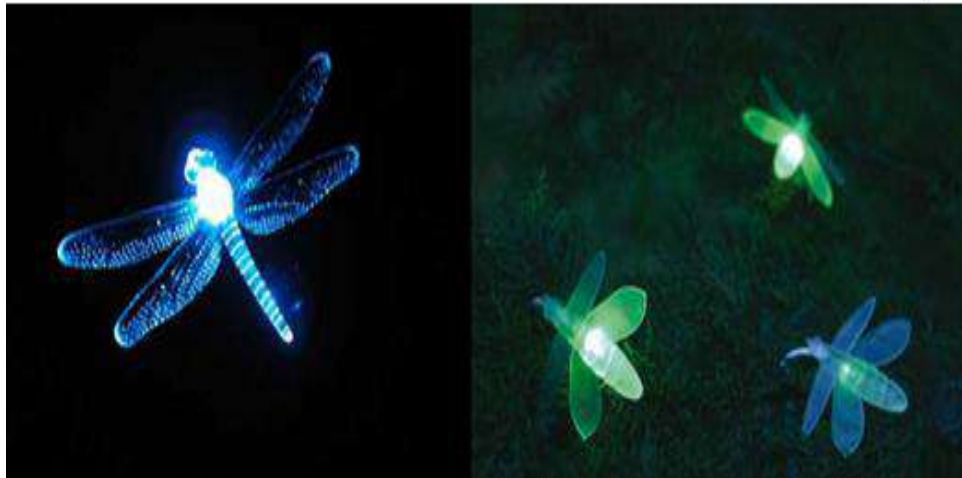


Figure 8 : Les Lucioles

Il a été développé pour résoudre les problèmes d'optimisation, mais plus tard il a été utilisé pour résoudre discrètement des problèmes tels que les vendeurs itinérants, il a également été utilisé dans le domaine du traitement d'image numérique, de compression et de **clustering**[10].

4.1. Le but de l'algorithme Firefly :

Le but de l'algorithme de Firefly est de trouver la position des particules qui se traduit par la meilleure évaluation d'une fonction objective. Dans cet algorithme, il existe trois règles principales:

- Toutes les lucioles sont unisexes, c'est-à-dire qu'une luciole sera attirée par d'autres lucioles indépendamment de leur sexe.
- L'attractivité de Firefly est directement proportionnelle à sa luminosité et elle diminue à mesure que la distance augmente (l'intensité c'est l'énergie de capture dans notre cas).
- La fonction objective donne la luminosité d'une luciole.

Le pseudo code pour l'algorithme Firefly peut être préparé en fonction de ces trois règles. [11]

4.2. Fonction d'évaluation

La fonction d'évaluation (fitness) en terminologie anglo-saxonne [23] ou de coût, attribut à chaque luciole une valeur numérique qui représente un coût de performance, elle est utilisée pour coder la luminosité des Fireflies. Grâce à cette fonction l'algorithme converge vers l'optimum.

L'efficacité de l'algorithme en termes de pertinence de la solution et le temps de calcul dépend principalement de la fonction objective, pour cela elle doit définir les fonctions objectives de façon plus fidèle que possible.

5. Le protocole Fire-LEACH

Pour surmonter les inconvénients de LEACH, nombreux protocoles ont été proposés dans la littérature pour surmonter la solution sous-optimale. L'Algorithme Firefly est l'un des algorithmes bio-inspirés qui est utilisé dans de nombreuses applications. E. Sandeep Kumar et S.M. Kusuma [26] propose un algorithme de clustering efficace en énergie pour les RCSF. Cet algorithme est inspiré du comportement des lucioles en anglais firefly et leur attractivité à une autre luciole avec une luminosité plus élevée. E. Sandeep Kumar, S.M. Kusuma basée sur cet principe et modélisée le problème de sélection des cluster head ,

Le but d'usage l'algorithme de Firefly est de former les clusters par trouver la position optimale des CHs. L'application de l'algorithme à un problème d'optimisation spécifique exige la conception d'une version adaptée à le problème, qui doit préciser :

Dans cet algorithme, il existe trois règles principales :

- Tous les noeuds peuvent communiquer entre eux et avec la BS directement.
- Il existe un seul saut du nœud ordinaire à CH et de CH à BS.
- Tous les noeuds sont statiques, où l'algorithme s'exécute à un temps particulier et mise à jour pour le prochain cycle, et tous les nœuds sont localisés. Ils mettent à jour les informations d'emplacement à la BS avant d'entrer dans la phase de configuration.
- on considère l'espace 2-D pour le déploiement du nœud de capteur.

L'inconvénient de Protocole LEACH c'est l'utilisation la rotation randomisée pour la sélection des CH, pour une répartition uniforme de la charge énergétique entre tous les nœuds du réseau [6], et ne dépend pas à l'énergie primaire dans son sélection des CH. Grâce à ces points négatifs, E. Sandeep Kumar, S.M. Kusuma utiliser le principe d'algorithme Fire Fly pour améliorer le protocole en prennent en compte l'énergie résiduelle pour chaque capteur, parce que si le capteur est un CH

il consomme plus d'énergie et va mourir dans un court temps si cette fonction(CH) ne pas échanger avec un autre capteur qui est plus élevé à l'énergie

Ils prennent également en compte la distance entre le CH et ses capteurs, car plus la distance, le capteur consomme plus d'énergie pour envoyer ces données.

La figure suivant explique la approche qui inespérée par les comportements des Firefly et basée sur l'énergie résiduelle des captures dans les élections des CHs.

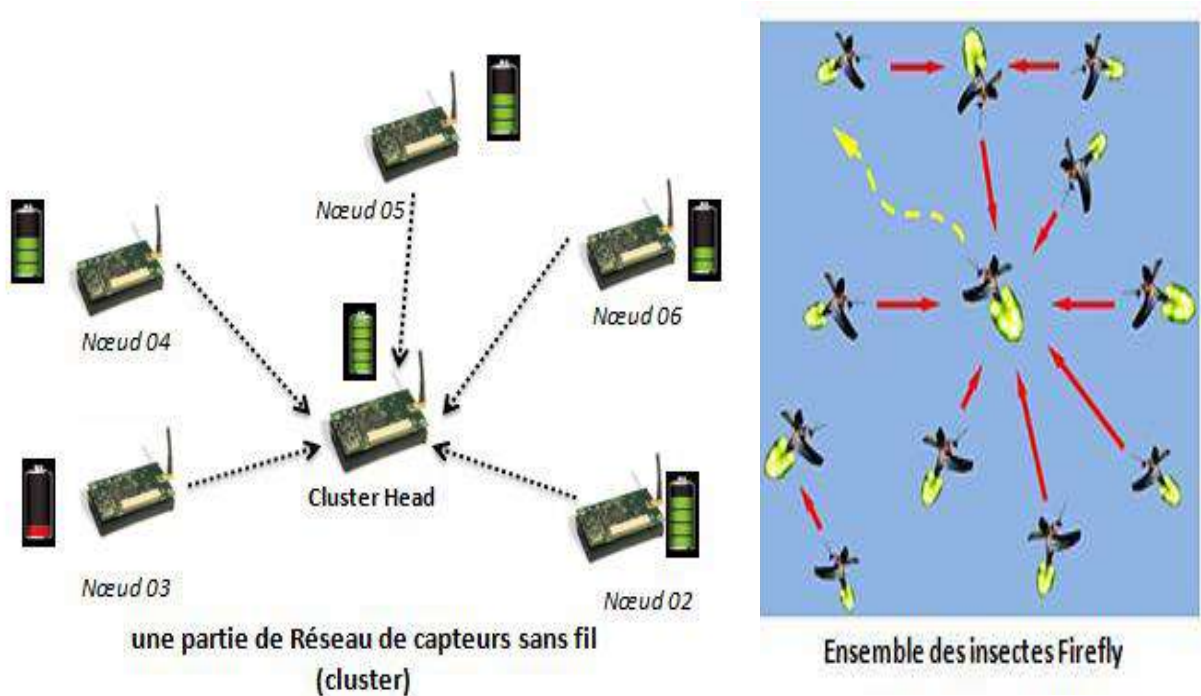


Figure 9 : Application de principe de l'algorithme Firefly au choix des CHs dans les RCSFs

5.1. Description du protocole Fire-LEACH

Le protocole Fire-LEACH c'est une version modifiée de protocole LEACH qui basée sur le principe de l'algorithme Firefly pour la sélection des CHs ,Le protocole Fire-LEACH s'exécute en plusieurs cycles (ou rounds) comme LEACH. Chaque round est composé de deux phases : la phase d'initialisation (setup phase) et la phase de transmission (steady state phase), Chaque phase est composée de plusieurs étapes.

5.2. Phase d'initialisation (setup-phase) :

1. La BS diffuse le pourcentage d'exigences CH Pour l'ensemble du réseau. Laissez ceci être P. Également il diffuse Les informations de localisation de tous les noeuds à l'ensemble réseau.
2. Après avoir reçu ces informations, tous les noeuds calculent un Nombre aléatoire et comparez avec T (n) donné par le Formule (4).

$$T(n) = \begin{cases} P/(1 - P \left(r \bmod \left(\frac{1}{P} \right) \right)), & n \in G \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (4)$$

Si le nombre aléatoire est inférieur à T (n), le noeud Elle-même déclare comme CH. G est l'ensemble de nœuds éligible pour devenir un CH dans un tour particulier.

3. Premièrement, les CH sélectionné commencent à diffuser le paquet d'intérêt. Tous les CH apprennent les nœuds ordinaires et Autres CH dans le plot. Ensuite, ils diffusent le paquet d'annonce en introduisant la valeur d'intensité qu'il a Calculé en utilisant (5), qui sert à être un Fonction objectif pour tous les nœuds capteurs (firefly dans le projet Travail).

$$I(x) = I_0 / (1 + \gamma x_i^2) \quad (5)$$

Le minimum de la valeur calculée par (5), large est le Distance entre le CH et le nœud ordinaire. I0 est le Valeur d'intensité initiale de tous les noeuds. où tous les CH Stocker le maximum des valeurs d'intensité calculées Avec tous les autres noeuds ordinaires appartenant au réseau dans un cycle particulier.

La valeur de xi est calculée en utilisant (6) selon l'algorithme [5]

$$x_i = x_i + \beta \exp[-\gamma r_{ij}^2] (x_j - x_i) + \alpha (\text{rand} - 0.5) \quad (6)$$

Où xi est l'emplacement du CH et xj est l'emplacement Du noeud ordinaire et seule la coordonnée x est Considéré comme référence pour le calcul de l'intensité.

Rij Est la distance entre le CH et un noeud ordinaire, Calculé en utilisant une équation de distance euclidienne et ec'est le (Rand-0,5). B, γ et α sont les paramètres qui sont Réglable et rand fournit le caractère aléatoire dans le Équation (6).

4. Les nœuds ordinaires lors de la réception des paquets de CHs Calculer leurs valeurs d'intensité à l'aide d'équations (5) et (6) et stocker la valeur maximale entre toute les Valeurs

d'intensité calculées par rapport à tous les CH dans le réseau. Les nœuds ordinaires comparent maintenant leur intensité avec toutes les autres valeurs d'intensité de CH et attachent à un CH qui a plus de valeur d'intensité que leur Valeurs, en envoyant un paquet de demande de jointure. Ce processus conduit à une formation des clusters . [26]

5.3. La phase de transmission

1. Après la formation des clusters, le réseau entre la phase transmission, où les nœuds commencent réellement transmettant leurs informations détectées à la station basée.
2. Après avoir terminé la phase transmission, le réseau entre dans la configuration à nouveau et le processus se répète. [26]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons expliqué en détail le protocole LEACH et le protocole Fire-LEACH qui améliorent les performances du LEACH classique par la proposition d'une nouvelle méthode de sélection des CH

Dans le chapitre suivant nous avons comparé les deux protocoles en termes de conservation d'énergie, et la durée de vie de réseaux.

***Chapitre 3 : Comparaisons des protocoles
(LEACH et Fire-LEACH) à l'aide de la
simulation***

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons le Scénario de simulation et après ça, les résultats obtenus, finalement, nous discutons en détail le résultat de simulation du protocole de routage LEACH et LEACH-Modifié (Fire-LEACH).

1. Mise en œuvre

Les simulations ont été réalisées sur PC avec processeur Intel Celerone N28402.16 GHz et système d'exploitation Windows 8.1. MATLAB (R2015a) est utilisé comme plate-forme de simulation.

La distribution uniforme a été utilisée pour distribuer de manière aléatoire les nœuds par la procédure (*NewNetwork*) et les procédures (*NewNodes*, *NewRound*) pour création des nœuds de réseau dans une surface carré de 120 m X 120 m. La BS était située à (60 ; 80). Le déploiement des nœuds capteurs est affiché dans la figure 3.1. Le tableau (1) Présent différent paramètres définis pour les protocoles. Le pourcentage d'exigence CHs de la BS A été fixé à 10% pour toutes les rondes.

Le *rand* utilisé était la fonction `rand ()` de MATLAB qui offre une distribution uniforme.

2. Scénario de simulation

Nous supposons que tous les nœuds ont une position fixe durant toute la période de simulation. Notre modèle de simulation utilise les paramètres dans le tableau suivant :

Paramètre	Valeur
La taille du réseau.	100m x 100m
La localisation de la station de la base.	(60,80)
Le nombre des nœuds	50 N
L'énergie initiale des nœuds	0.05 J
Pourcentage des CHs	0.1

Tableau 1 : Les paramètres de simulation.

- ❖ Chaque nœud dans le réseau va consommer de l'énergie dans le cas où il va transmettre des paquets de données ainsi que dans le cas où il reçoit des paquets de données sans oublier aussi le cas où il exécute des opérations de traitement de données (collecte et agrégation de données). On néglige l'énergie consommée lors des calculs simples et les mises à jour.
- ❖ Tous les nœuds du réseau commencent la simulation par énergie initiale égale à 0.05 J et une quantité de données illimitées à transmettre à la station de base, l'énergie de la station de base est illimitée. Chaque nœud consomme sa réserve d'énergie est considéré comme mort, il ne peut ni transmettre ni recevoir des données.
- ❖ On suppose que la probabilité de collision de signal et d'interférence dans le canal est ignorante et l'émetteur radio, l'amplificateur radio et l'unité de fusion de données sont les principaux consommateurs d'énergie d'un nœud capteur.

3. Résultats de simulation :

Dans cette simulation notre modèle d'expérimentation est établi 50 nœuds répartis aléatoirement sur une surface carrée de 120 x 120 m² et une station de base (grand point ver)est présentée par la figure suivante :

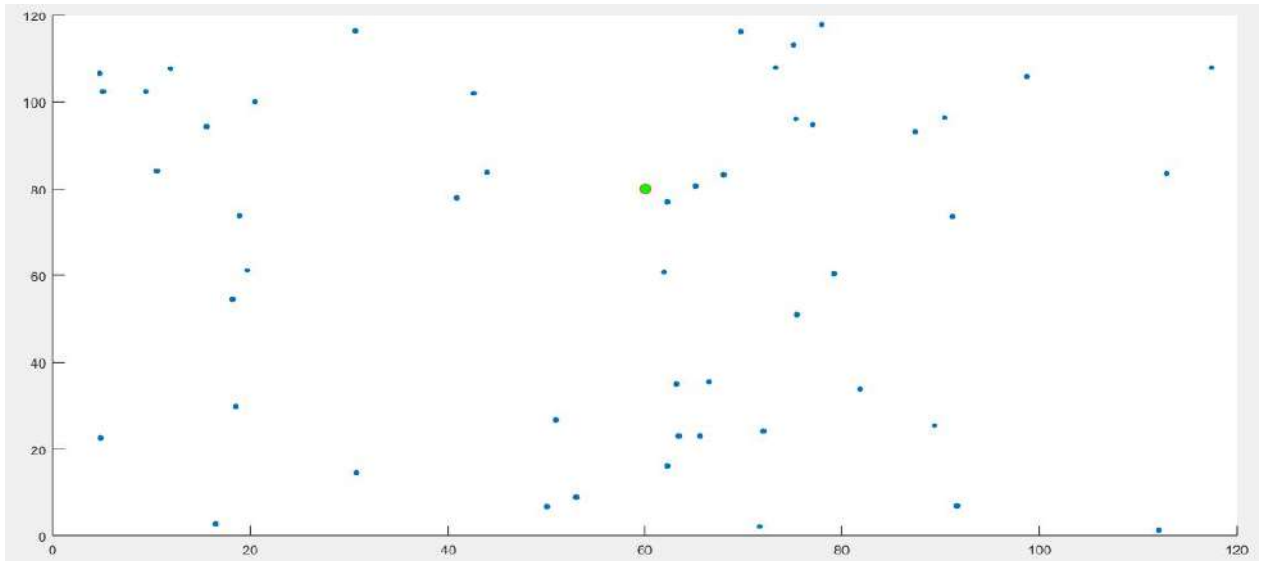


Figure 10 : Le déploiement des nœuds capteurs

- Après la simulation de le protocole LEACH et le protocole Fire-LEACH, nous comparons les performances des protocoles par certaines métriques :

3.1. L'énergie Consommée

La figure ci-dessous représente l'énergie consommée dans le protocole Fire-LEACH et dans LEACH en fonction des rondes. On constate que le protocole Fire-LEACH présente une augmentation très lente dans la consommation d'énergie, par contre dans LEACH on remarque une augmentation très rapide dans la consommation d'énergie, où le protocole LEACH déjà consommé ces énergie à la ronde 222, par contre Fire-LEACH présente une énergie totale consommé à la ronde $N^{\circ}=283$.

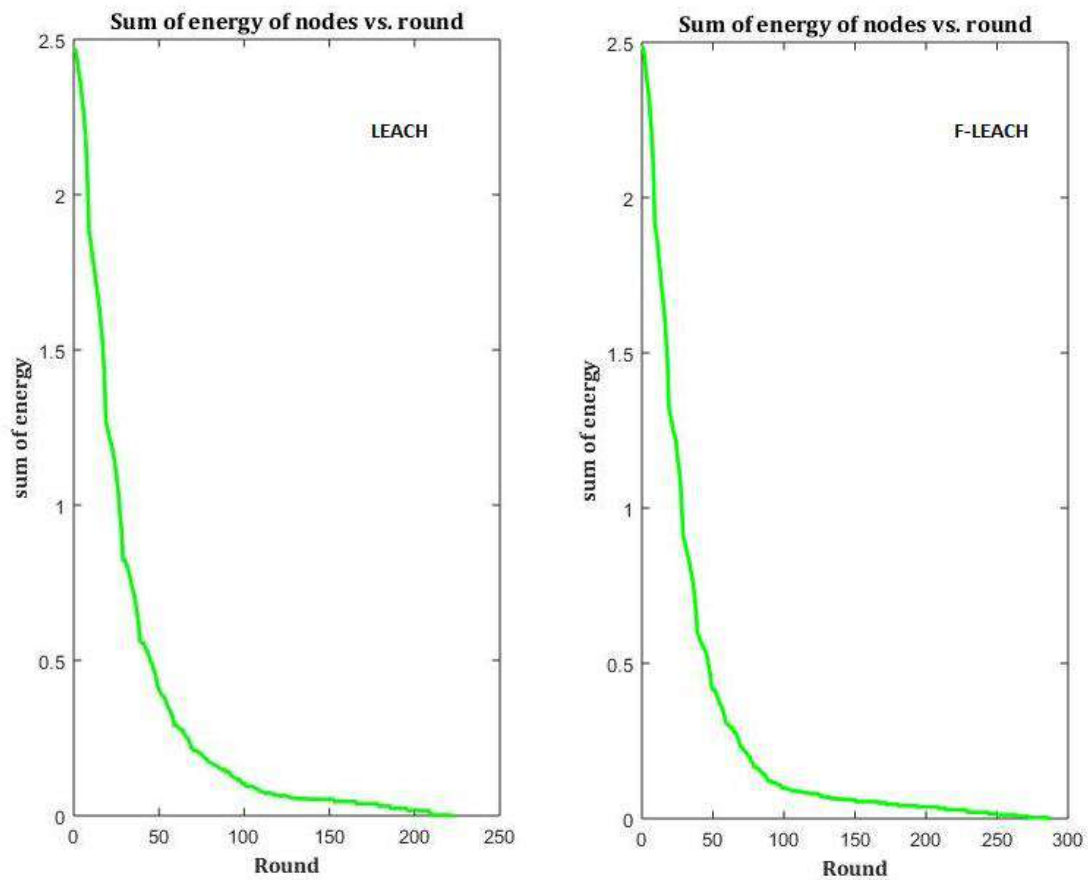


Figure 11 : L'énergie Consommée du Protocole LEACH et Fire-LEACH

3.2. Comparaison de la durée de vie

La figure ci-dessous représente le nombre des nœuds mort dans les deux protocoles. On constate que dans LEACH une diminution très rapide dans le nombre des nœuds mort en fonction du nombre des rondes, où tous les nœuds sont morts la Ronde222. Ceci est ce qui provoque une durée de vie très court chez LEACH. Par contre dans Fire-LEACH présente une durée de vie plus longue, où la durée de vie continue jusqu'à la rondes N°=283 avec une diminution lente dans le nombre des nœuds mort en fonction du rondes.

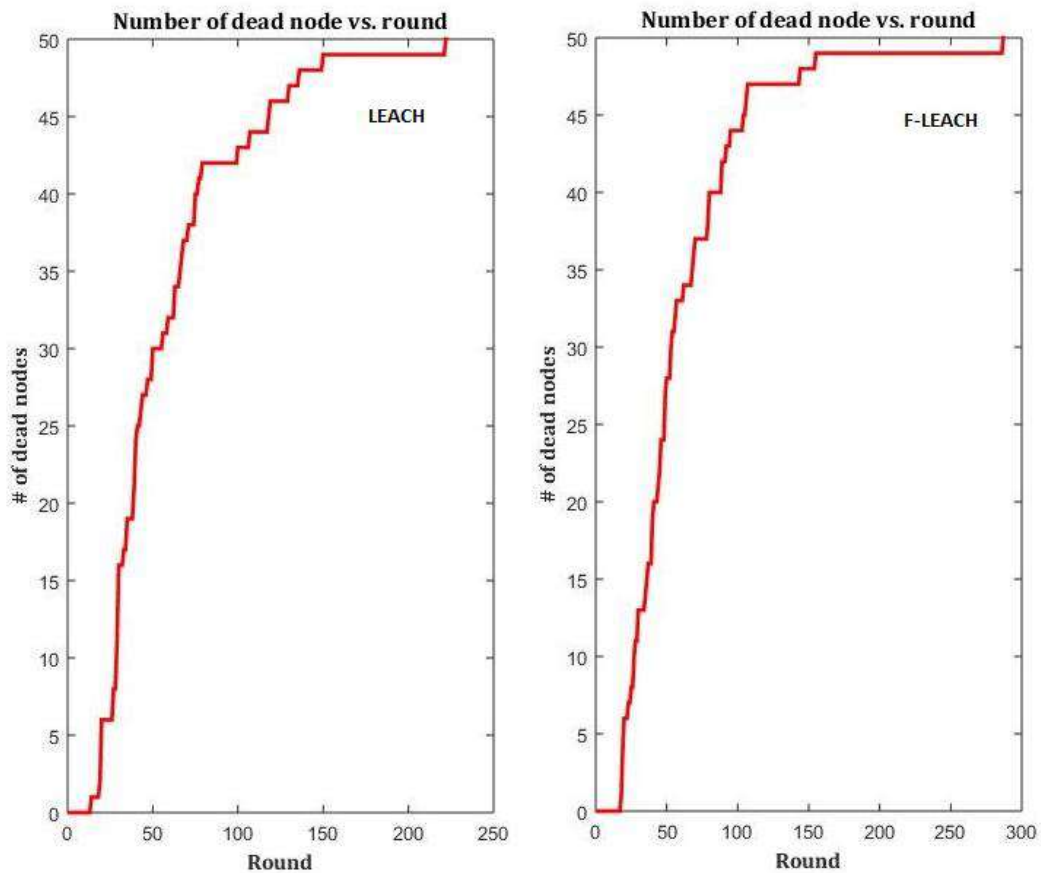


Figure 12 : nombre des nœuds mort du Protocole LEACH et Fire-LEACH

3.3. Comparaison des données reçues

La figure ci-dessous représente une comparaison entre les deux protocoles En termes de quantité de données reçues par la station de base, qui est exprimée en fonction du nombre de paquets envoyés par les nœuds vers la station de base, le graphe ci-dessous montre que le protocole Fire-LEACH, assure une transmission de données jusqu'au la ronde 283 avec un nombre de paquet important environ de 785 messages. Par contre, la transmission des données dans LEACH s'arrête à La ronde n°222 avec 770 messages. Cela indique que algorithmme de protocole Fire-LEACH offre une amélioration significative dans le nombre des données reçues dans le réseau.

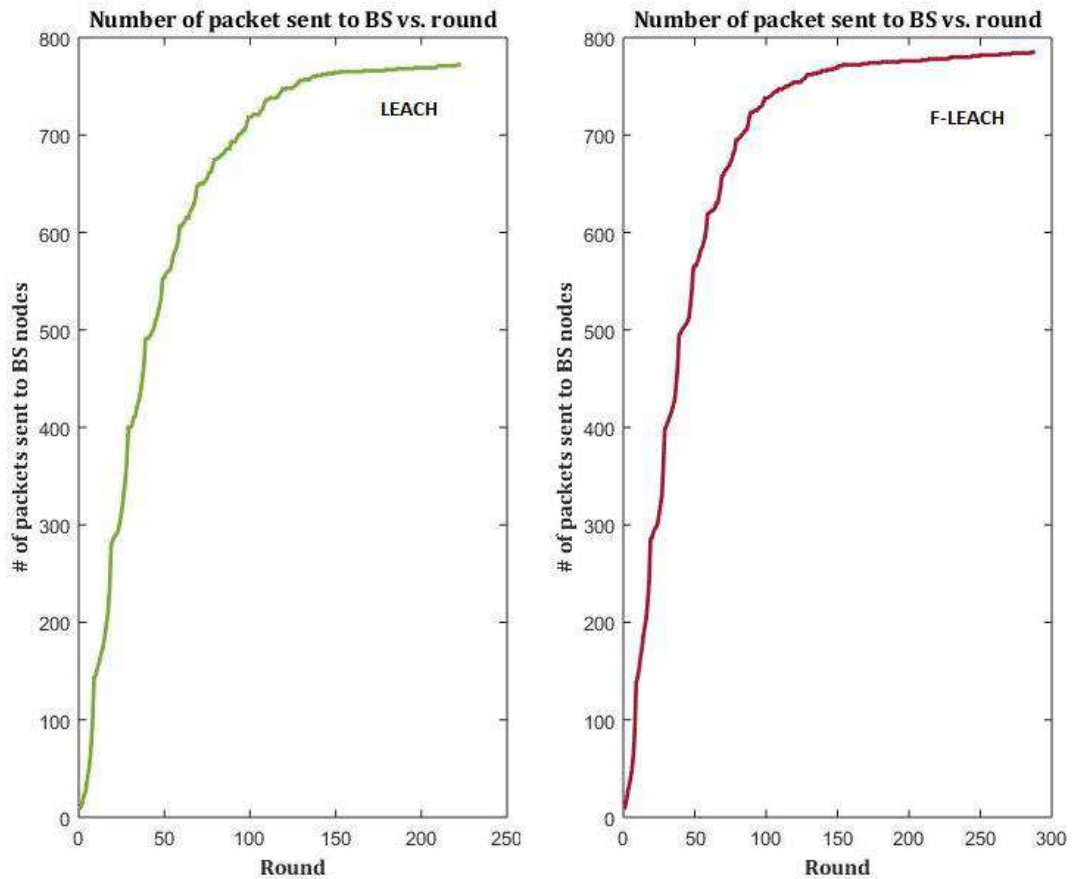


Figure 13 : Les Données Reçus du Protocole LEACH et Fire-LEACH

Après avoir comparé les performances des deux protocoles LEACH et F-LEACH, nous avons remarqué que le protocole (Fire-LEACH) présente plusieurs avantages tels que :

- La diminution dans la consommation d'énergie.
- L'augmentation des données reçues par la BS.
- Une durée de la vie plus longue au cours de la simulation avec une bonne distribution des CH grâce à la modification utilisée dans la phase de sélection des CH. le protocole présente assurer une bonne distribution des CH sur le réseau. Dans l'autre côté, LEACH présente une variation énorme dans le nombre des CH par round, cela conduit à une mauvaise couverture du réseau, Et affecte la durée de la vie globale du réseau.

Conclusions

Les résultats de simulation prouvent que le protocole Fire-LEACH est capable de prolonger la durée de vie du réseau et améliore l'efficacité énergétique, ce qui augmente le taux de survie des nœuds et ses performances dépassent celles de LEACH en termes de quantité de données transmises à la station de base et la durée de vie de réseaux.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce travail, nous avons étudié les protocoles de routage hiérarchique et compris bien le fonctionnement de protocole LEACH et Fire-LEACH qui optimise le clustering pour un routage efficace en énergie dans les réseaux de capteurs sans fil.

Nous avons simulé le fonctionnement du protocole Fire-LEACH et le comparé avec le protocole LEACH. La simulation montre que Fire-LEACH réalise de bons résultats dans la plupart des cas, une consommation énergétique très réduite, et par conséquent une prolongation de la durée de vie de réseau.

Comme une perspective, et pour améliorer le protocole de routage LEACH, nous envisageons, par la suite, les adaptations suivantes:

- ✓ L'utilisation d'une hybridation entre l'algorithme firefly avec d'autres méthodes de la littérature (ACO, PSO...);
- ✓ L'évitement de toutes sortes d'envoi à des longues distances (d'un CH vers la station de base) en intégrant une technique de routage multi-sauts (d'un CH vers ses voisins jusqu'à la station de base).

Bibliographie

- [1] K.B.Kredo, B.P. Mohapatra. "Medium access control in wireless sensor networks", Computer network 51(4), pp 961-994 , 2007.
- [2] http://www.univ-tebessa.dz/fichiers/master/master_2253.pdf
- [3] Arati Manjeshwar and Dharma P. Agrawal « A Routing Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks » Center for Distributed and Mobile Computing, ECECS Department, University of Cincinnati, Cincinnati, OH 45221-0030.
- [4] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan, " Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Micro sensor Networks", In proc of the Hawaii International Conference on Systems Science, vol. 8, pp. 8020, January 2000.
- [5] Lahcene DEHNI * ,Younès BENNANI * , Francine KRIEF. » Une nouvelle approche de routage dans les réseaux de capteurs pour l'optimisation de la consommation d'énergie » Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique UMR 5800 du CNRS, Université Bordeaux
- [6] W. Heinzelman, A.P. Chandrakasan and H. Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks", In IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 1, No. 4, pp. 660-670. (2002) .
- [7] Bilami Azeddine et Bilami Azeddine «protocole de routage pour les réseaux de capture sans fil» Université de l'Hadj Lakhdar-Batna, Faculté des sciences de l'ingénieur, Département d'informatique. Promotion 2007-2008.
- [8] Yang X.S, "Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms". Luniver Press, UK. 2008.
- [9] X.-S. Yang, "Firefly algorithms for multimodal optimization," in Stochastic Algorithms: Foundations and Applications, vol. 5792 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 169–178, Springer, Berlin, Germany, 2009.
- [10] Yang X.S.: "Firefly algorithm, Lévy flights and global optimization", in: Research and Development in Intelligent Systems XXVI (Eds M. Bramer, R. Ellis, M. Petridis), Springer London, 209-218.(2010).

- [11] Ali Saoucha, N, K. Ghanem, and B. Benmammar. "On applying firefly algorithm for cognitive radio networks." Communications and Vehicular Technology in the Benelux (SCVT), 2014 IEEE 21st Symposium on. IEEE, 2014.
- [12] DivyaPrabha "AN ENERGY EFFICIENT ROUTING PROTOCOL IN WIRELESS SENSOR NETWORKS" PUNJAB TECHNICAL UNIVERSITY Jalandhar-Kapurthala Highway, Jalandhar submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Technology in Computer Science & Engineering December 2014 by DivyaPrabha .
- [13] Wendi B. Heinzelman, Member, IEEE, Anantha P. Chandrakasan, Senior Member, IEEE, and HariBalakrishnan, Member, IEEE ,« An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks »IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, VOL. 1, NO. 4, OCTOBER 2002
- [14] M. Ali and S. K. Ravula, "Real-time support and energy efficiency in wireless sensor networks". Technical report, IDE0805, January 2008
- [15] D. C. Hoang, P. Yadav, R. Kumar, and S. K. Panda, "Real-time implementation of a harmony search algorithm-based clustering protocol for energy-efficient wireless sensor networks," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 10, no. 1, pp.774–783, 2014.
- [16] X.-S. Yang, "Firefly algorithms for multimodal optimization," in Stochastic Algorithms: Foundations and Applications, vol. 5792 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 169–178, Springer, Berlin, Germany, 2009.
- [17] X.-S. Yang, "Multiobjective firefly algorithm for continuous optimization," Engineering with Computers, vol. 29, no. 2, pp.175–184, 2013.
- [18] S. Łukasik and S. Zak, "Firefly algorithm for continuous constrained optimization tasks," in Computational Collective Intelligence. Semantic Web, Social Networks and Multiagent Systems, vol. 5796 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 97–106, Springer, Berlin, Germany, 2009.
- [19] I. Fister Jr., X.-S. Yang, and J. Brest, "A comprehensive review of firefly algorithms," Swarm and Evolutionary Computation, vol.13, pp. 34–46, 2013.
- [20] <http://www.iosrjournals.org/iosr-jce/papers/Vol11-issue1/M01117578.pdf?id=124>.
- [21] M.S. Manshahia A Firefly Based Energy Efficient Routing in Wireless Sensor Networks Department of Mathematics Punjabi University Patiala Punjab, India

[22]<https://static.secure.website/wscfus/5655211/1810058/v8n4p4-2015-ajocict.pdf>.

[23]N. A. Saoucha, "Paramétrage des algorithmes génétiques pour l'optimisation de la QoS dans les réseaux radios cognitifs", thèse de magistère, Université de M'sila, mars 2013.

[24]Cours Matlab de S. Boudet. (2017). CoursMatlab. [online] Available at: <http://www.samuelboudet.com/fr/matlab> [Accessed 10 Jun. 2017].

[25] W..R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H.Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Micro sensor Networks", *IEEE Transactions on the wireless communications*, Vol. 1, No. 4, pp. 660-670, Oct. 2002.

[26] E. Sandeep Kumar and S.M. Kusuma (Fire-LEACH: A Novel Clustering Protocol for Wireless Sensor Networks based on Firefly Algorithm) Bangalore, 2 Feb 2015 Karnataka, India.

ملخص

شبكات المستشعرات اللاسلكية هي تقنية أصبحت واسعة الاستخدام في العديد من المجالات مثل المراقبة الصحية والمراقبة العسكرية ومراقبة الظواهر الطبيعية ولكنها تواجه مجموعة من التحديات التي خلفت مواضيع بحث للباحثين مثل تحدي إستهلاك الطاقة و موت الشبكة .

في هذا البحث قمنا بدراسة البروتوكولات الخاصة بالشبكات المستشعرات اللاسلكية وفصلنا في اثنين منهم (LEACH و Fire-LEACH) وهذا من اجل المقارنة بينهما بالاستعانة بالمحاكات بواسطة برنامج الماطلاب .

النتائج المتحصل عليها برهنت على افضلية البروتوكول Fire-LEACH من ناحية عمر الشبكة و كمية البيانات المرسله الى المحطة القاعدية .

الكلمات المفتاحية: شبكة المستشعرات ، بروتوكولات التوجيه ، LEACH ، Fire-LEACH .

Résumé

Réseaux de capteurs sans fil sont des technologies plus la grandeur de la détente dans de nombreux domaines tels que la santé surveillance et la surveillance militaire Et le contrôle des phénomènes naturels

Les réseaux de capteurs sans fil constituant actuellement un axe de recherche, de nombreuses recherches à été réalisées dans ce domaine pour améliorer la durée de vie du réseau et la quantité de données reçue par la station de base.

.Dans cette document, nous avons étudié les protocoles de routage pour les réseaux de capteurs sans fil et nous détaillée spécialement les deux protocoles LEACH et Fire-LEACH pour une comparaison entre les deux protocoles à l'aide de simulation avec MATLAB, les résultats démontrer l'avantage de Fire-LEACH en termes du durée de vie réseau et la quantité de données envoyées à la station de base.

Mots clé : Réseaux de captures, protocoles de routage, LEACH, Fire-LEACH

Abstract

Wireless sensor networks are a widely used technology in many areas such as health surveillance and control of natural phenomena . and military surveillance

Wireless sensor networks faces a number of challenges that have left research topics for researchers such as the challenge of energy consumption and lifetime of the network, and the amount of data received by the base station, many researches has been realised in this area to improve the performance of the network.

In this paper, we studied routing protocols for wireless sensor networks and we specifically detailed the two protocoles LEACH and Fire-LEACH for a comparison between them using simulation with MATLAB, the results demonstrate The advantage of Fire-LEACH in terms of the network lifetime and the amount of data sent to the base station.

Key words : sensor network , routing protocols , LEACH , Fire-LEACH .

