



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique

Université Larbi Tébessi - Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Mathématiques et Informatique



Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de *MASTER*

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Option : Réseaux et Sécurité Informatique

Thème

**compression des Images dans les réseaux de capteurs multimédia
sans fil
(Système de détection des incendies des forêts)**

Présenté Par :

Jouini *NACEUREDDINE*

Devant le jury :

Dr Taher MEKHAZANIA *MCA* *Université Larbi Tébessi* *Président*

Mr Rachid MAHMOUDI *MAA* *Université Larbi Tébessi* *Examineur*

Mme Fatima BOUAKKAZ *MAA* *Université Larbi Tébessi* *Encadreuse*

Date de soutenance : 21/06/2021

Résumé

Aujourd'hui, l'apparition des Réseaux Capteurs Multimédia Sans Fil (RCMSF) qui sont différents des réseaux de capteurs sans fil (WSN) par l'utilisation des capteurs multimédias qui peuvent traiter les données vidéo, audio, image en plus des données scalaires et les envoyer à la base de la station SB.

Les données multimédias ont un volume important plus grand que les données scalaires et ont besoin de plus de ressources et consommé plus d'énergie. La solution idéale pour résoudre les problèmes de RCMSF (grand volume, consommation d'énergie) est la compression des données. La forêt joue un rôle essentiel dans notre vie quotidienne, nous peut résumer l'importance des forêts dans la vie humaine. Les incendies de forêt menacent souvent l'environnement et produisent de réelles situations d'urgence et des catastrophes naturelles. De nombreuses méthodes utilisées pour détecter feux de forêt les plus récents sont: réseaux de capteurs multimédia sans fil. L'idée de notre sujet c'est proposer un system de détection des incendies de forêt dans des images acquis à partir des capteurs multimédias.

Pour minimiser la consommation d'énergie au niveau de capteur image on va utiliser la méthode de compression *Set Partitioning In Hierarchical Tree (SPIHT)*, Cette méthode de compression donne une bonne amélioration de taille des donnés transmis dans la phase de transmission ça augmente la durée de vie de réseaux capteur.

Les mots clés : RCMSF, RCSF, multimédia, SPIHT, incendies, forêt, images, capteurs, détection des incendies.

Abstract

Today, the emergence of Wireless Multimedia Sensor Networks (WMSNs) which are different from Wireless Sensor Networks (WSNs) by the use of multimedia sensors that can process video, audio, image data in addition to scalar data and send them to the base station.

Multimedia data has a larger volume than scalar data and needs more resources and consumes more energy. The ideal solution to solve the problems of WMSN (large volume, energy consumption) is data compression. The forest plays an essential role in our daily life, we can summarize the importance of forests in human life. Forest fires often threaten the environment and produce real emergencies and natural disasters. Many of the methods used to detect the latest forest fires are: wireless multimedia sensor networks. The idea of our subject is to propose a system for detecting forest fires in images acquired from multimedia sensors.

To minimize the energy consumption at the image sensor level we will use the compression method *Set Partitioning In Hierarchical Tree* (SPIHT). This compression method gives a good improvement in the size of the transmitted data in the transmission phase and increases the lifetime of the sensor networks.

Keywords: WMSN , WSNs, forest , fires, sensor , compression ,SPIHT.

ملخص

اليوم ، ظهور شبكات الاستشعار اللاسلكية للوسائط المتعددة (WMSNs) التي تختلف عن شبكات الاستشعار اللاسلكية (WSNs) باستخدام مستشعرات الوسائط المتعددة التي يمكنها معالجة بيانات الفيديو والصوت والصورة بالإضافة إلى البيانات الرقمية وإرسالها إلى قاعدة محطة SB.

تحتوي بيانات الوسائط المتعددة على حجم كبير أكبر من البيانات القياسية وتحتاج إلى المزيد من الموارد وتستهلك قدرًا أكبر من الطاقة. الحل الأمثل لحل مشاكل WMSN (الحجم الكبير واستهلاك الطاقة) هو ضغط البيانات. تلعب الغابة دورًا أساسيًا في حياتنا اليومية ، يمكننا تلخيص أهمية الغابات في حياة الإنسان. غالبًا ما تهدد حرائق الغابات البيئة وتنتج حالات طوارئ حقيقية وكوارث طبيعية. العديد من الطرق المستخدمة للكشف عن حرائق الغابات الجديدة هي: شبكات استشعار الوسائط المتعددة اللاسلكية. فكرة موضوعنا هي اقتراح نظام لاكتشاف حرائق الغابات في الصور التي تم الحصول عليها من مستشعرات الوسائط المتعددة.

لتقليل استهلاك الطاقة على مستوى مستشعر الصورة ، سنستخدم طريقة ضغط Set Partitioning In Hierarchical Tree (SPIHT) ، حيث تعطي طريقة الضغط هذه تحسنا جيدا في حجم البيانات المرسل في مرحلة الإرسال ، كما تزيد من عمر خدمة شبكات الاستشعار.

الكلمات المفتاحية: شبكات الاستشعار اللاسلكية للوسائط المتعددة، شبكات الاستشعار اللاسلكية، ضغط البيانات، الغابة حرائق الغابات، SPIHT ،

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.

Je remercie également Madame Fatima BOUAKKAZ pour sa générosité et la grande patience dont elle a fait preuve malgré ses responsabilités professionnelles.

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

Nous aimerons exprimer aussi à toute l'équipe pédagogique et administrative du master académique en Informatique spécialité : Administration et sécurité des réseaux.

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.

Dédicace

Je remercie Allah de m'avoir donné le courage pour accomplir ce modeste travail que je dédie :

À mes très chers parents,

Aucune dédicace ne peut exprimer l'amour, l'appréciation, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous, Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour m'enseigner au fil des années, je vous en suis reconnaissant toute ma vie.

À mon unique belle sœur

Lorsque la mer représentait ma tristesse tu m'as appris à nager

À mes chers frères,

Je leur souhaite du succès dans leur vie personnelle et académique.

À Mes chers amis :

Merci pour tous les souvenirs intemporels dans nos cœurs, je les remercie pour leur soutien et pour m'avoir accompagné.

Table des matières

Table des matières.....	I
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	V
Liste des abréviations.....	1
<i>Introduction Générale.....</i>	2
<i>Chapitre 01. Généralités sur Les Réseaux De Capteurs Sans Fil.....</i>	3
1.1 Introduction	3
1.2 Histoire et Définition de réseau de capteurs sans fil	3
1.3 Un capteur	3
1.3.1 Unité de captage	4
1.3.2 Unité de traitement.....	4
1.3.3 Unité de communication	5
1.3.4 Unité d'énergie	5
1.4 L'architecture des Réseaux de capteurs sans fil.....	5
1.5 Les Caractéristiques des Réseaux de capteurs sans fil.....	6
1.6 Les Domaines d'application	7
1.6.1 Domaine militaire	7
1.6.2 Domaine agricoles	8
1.6.3 Domaine environnemental.....	8
1.6.4 Domaine médical	8
1.6.5 Domaine commerciale(industriel).....	8
1.7 Problèmes d'énergie dans les Réseaux de capteurs sans fil	9
1.7.1 Dissipation de d'énergie dans un nœud de capteur sans fil.....	9
1.7.2 Les causes de gaspillage d'énergie	12
1.8 Les réseaux de capteurs multimédia sans fil (RCMSF)	12
1.8.1 Les réseaux de capteurs multimédia sans fil et leurs applications	13
1.8.2 Architecture des réseaux de capteurs multimédia sans fil.....	13
1.9 Conclusion.....	14
<i>Chapitre 02. Compression des images dans les RCMSF.....</i>	15
2.1 Introduction	15

2.2 Les types de compression	15
2.2.1 Compression d'image sans perte	15
2.2.2 Compression d'image avec perte.....	16
2.3 Fonctionnement général de la compression des images.....	17
2.3.1 Transformation.....	18
2.3.2 Quantification.....	18
2.3.3 Le codage entropique.....	18
2.4 Transformation en cosinus discrète DCT.....	19
2.5 Compression basée sur les DWT.....	20
2.6 Conclusion.....	25
Chapitre 03. Détection des incendies des forêts dans RCSF en Tébessa.....	26
3.1 Introduction	27
3.2 Définition d'un incendie	27
3.3 Un incendie des forêts	27
3.4 Les combustibles d'un incendie de forêt.....	28
3.4 Les différents type des incendies des forêts	29
3.4.1 incendie de surface	29
3.4.2 Incendie de cimes	29
3.5 Les incendies des forêts en Tébessa	30
3.5.1 Bilan des Incendies pour L'année 2020	31
3.5.2 Superficiés incendiées par mois dans l'Année 2020	31
3.5.3 Répartition des Incendies Suivant les Tranches Horaires en 2020	32
3.5.4 Les Auteurs de détection des incendies	33
3.6 Détection des incendies des forêts en utilisant les réseaux de capteur sans fil .	33
3.7 Conclusion.....	34
Chapitre 04. Contributions.....	34
4.1 Introduction	35
4.2 Conception générale du système	35
4.3 Architecture détaillé de système	36
4.3.1 Détection des incendies à l'aide du modèle YCbCr.....	36
4.3.2 Compression d'image avec SPIHT	39
4.3.2.1 Algorithme du SPIHT	40
4.3.2.2 Organigramme de l'algorithme SPIHT	41
4.3.2.3 Exemple de travail.....	43
4.3.3 La transmission des données :	46

4.3.3.1 Définition de clustering partitionnel	46
4.3.3.2 Les types de clustering partitionnel	46
4.5 Conclusion.....	46
Chapitre 05. Implémentation et résultats d'expérimentation	46
5.1 Introduction	47
5.2 Choix du langage et de l'environnement d'implémentation.....	47
5.3 Application et résultats d'expérimentation	48
5.3.1 Phase de détection d'incendie des forêts	48
5.3.2 Phase de compression d'image avec SPIHT.....	52
5.3.3 Phase de transmission	55
5.4 Conclusion.....	57
Conclusion Générale.....	56
Bibliographe	58

Liste des figures

Figure 1.1 Composants d'un capteur.....	4
Figure 1.2 Architecture d'un réseau de capteurs sans fils	6
Figure 1.3 Domaine d'application pour les RCSFs	9
Figure 1.4 Formes de dissipation d'énergie d'un noeud-capteur.	10
Figure 1.5 architecture générale d'un réseau de capteurs multimédia sans fil.....	14
Figure 2.1 classification des méthode de compression dans RCMSF	17
Figure 2.2 Schéma général de la compression des images avec pertes	18
Figure 2.3 décomposition à trois niveaux de l'image originale.....	21
Figure 2.4 Arborecence hiérarchique de SPIHT	23
Figure 2.5 les Étapes de codage SPIHT.....	24
Figure 3.1 les composants essentiels pour déclencher un incendie.	28
Figure 3.2 Les combustibles des incendies de forêts.	28
Figure 3.3 incendie de surface (b) incendie de cimes.	29
Figure 3.4 Statistique de Superficies incendiées par mois en Tébessa.	32
Figure 3.5 Les Auteurs de détection des incendies.....	33
Figure 3.6 L'architecture de détection des incendies de forêt utilisant le réseau de capteurs sans fil.	34
Figure 4.1 Schéma générale de système proposé.....	35
Figure 4.2 (a) composante Y (b) chrominance Blue Cb (c) chrominance rouge Cr.	36
Figure 4.3 Organigramme du système de détection d'incendie.....	38
Figure 4.4 modèle général utilisé pour la compression d'image.....	39
Figure 4.5 Organigramme de l'algorithme SPIHT.	42
Figure 4.6 Coefficients d'ondelettes de l'image.	43
Figure 5.1 (a) image originale 1 utilisé (b)image originale 2 utilisé.	47
Figure 5.2 L'interface principale de notre système avant la détection de l'incendie de l'image originale 1.	48
Figure 5.3 L'interface principale de notre système après la détection de l'incendie de l'image originale 1.	49

Figure 5.4 La flamme d'incendie segmentée dans l'image originale 1 utilisé en satisfaisant (a) la règle 1 (b)la règle 2(c) satisfaisant la règle 1 et règle 2.....	50
Figure 5.5 La flamme d'incendie segmentée dans l'image originale 1 en satisfaisant (d) la règle 3 (e) la règle 4 (f) la règle 3 et règle 4.....	50
Figure 5.6 L'interface principale de notre système après la détection de l'incendie de l'image originale 2.	51
Figure 5.7 La flamme d'incendie segmentée dans l'image originale 2 utilisé en satisfaisant (a) la règle 1 (b)la règle 2(c) satisfaisant la règle 1 et règle 2.....	51
Figure 5.8 La flamme d'incendie segmentée dans l'image originale 2 en satisfaisant (d) la règle 3 (e) la règle 4 (f) la règle 3 et règle 4.....	52
Figure 5.9 L'interface principale de notre système après la compression d'image avec SPIHT de l'image originale 1.	53
Figure 5.10 Compression d'image originale 1 avec différents niveaux de compression.....	53
Figure 5.11 L'interface principale de notre système après la compression d'image avec SPIHT de l'image originale 2.	54
Figure 5.12 Compression d'image originale 2 avec différents niveaux de compression.	54
Figure 5.13 Les paramètres de simulation pour la formation des clusters.....	55
Figure 5.14 durée de vie de RCMSF en utilisant image n 01 non compressé versus image compressé.....	58

Liste des tableaux

Tableau 3.1 les dispositions législatives et réglementaires des Forêts	30
Tableau 3.2 Bilan des Incendies pour L'année 2020	31
Tableau 3.3 Répartition des Incendies Suivant les Tranches Horaires.....	33
Tableau 5.1 Les résultats de compression SPIHT sur différents niveaux de décomposition.....	52
Tableau 5.2 Nombre des noeuds mort « premier, dixième, dernier » sans compression. ...	56
Tableau 5.3 Nombre des noeuds mort « premier, dixième, dernier » avec compression. ...	57
Tableau 5.4 Transmission avec et sans perte pour l'image originale2	57

Liste des abréviations

- **BS:** Base Station
- **RCMSF:** réseau de capteurs multimédia sans fil
- **RCSFs:** Réseaux de Capteurs Sans Fil
- **CH:** Cluster Head
- **DCT:** Discrete Cosine Transform
- **DWT:** Discret Wavelet Transform
- **SPIHT:** Set Partitioning in Hierarchical Trees
- **LIP:** Liste des pixels non significatifs
- **LIS:** Liste des ensembles non significatifs
- **LSP:** Liste des pixels significatifs
- **LEACH:** Low Energy Adaptive Clustering Hierarchical

Introduction Générale

Les Réseaux De Capteurs Sans Fil (RCSF) a été très populaire au 21ème siècle. Contrairement aux autres systèmes de réseau, les RCSFs a ses propres limites en termes de conception et de ressources. Ces limitations sont une faible puissance de traitement, une portée de communication limitée et des problèmes de stockage, cependant, en raison du grand nombre de capteurs connectés au réseau, ces limitations ne sont pas un problème, dans cette mémoire, on va appliquer le concept de RCSF dans la détection des incendies des forêts.

Les forêts jouent un rôle important dans les systèmes écologiques, environnementaux et récréatifs mondiaux. Il a un impact considérable sur la quantité de gaz à effet de serre, l'absorption du carbone dans l'atmosphère et réduit l'érosion des sols, les incendies de forêt sont l'un des accidents naturels les plus dangereux qui se produisent dans presque tous les pays. Notre objectif est de savoir comment détecter ces incendies à l'aide d'un réseau de capteurs multimédias sans fil, En plus de compresser l'image obtenue en détectant l'incendie.

La compression d'images numériques est essentielle, car diverses activités quotidiennes (telles que les téléconférences Internet, le multimédia, la technologie de télévision haute définition, les communications par satellite) se développent rapidement, par conséquent, il faut beaucoup d'espace pour stocker les composants d'image numérique, et plus de temps pour résoudre ce problème la solution à ce problème est de compresser les informations pour réduire l'espace de stockage et le temps de transmission, certaines méthodes sont utilisées pour la compression d'image, dans cette mémoire, nous utiliserons la méthode de compression d'image *Set Partitioning in hierarchical tree* (SPIHT) qui est basé sur des ondelettes.

Objectifs

Dans le réseau de capteurs multimédia sans fil, la transmission des données multimédia est une issue majeur, ce qui peut augmenter l'énergie consommé par chaque capteur et affecte directement à la vitalité de réseaux. La compression des données multimédia avant la transmission est la raison pour laquelle cette étude vise à proposer d'utiliser la méthode SPIHT. Les objectifs sont les suivants :

1. La détection des incendies au niveau capteur images en utilisant le modèle YCbCr.
2. La compression des images des incendies obtenus en utilisant la méthode SPIHT.
3. Transmission des images compressé via le protocole de routage K-LEACH

Organisation du mémoire

Cette mémoire est divisée en cinq chapitres, dans le premier chapitre nous présentons des généralités sur Les Réseaux De Capteurs Sans Fil, leurs architectures, leurs caractéristiques ainsi les leurs domaines d'applications.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons un état de l'art concernant les méthodes de compression des images dans les Réseaux De Capteurs Sans Fil (RCMSF) où nous nous sommes concentrés sur la compression d'image avec perte de différentes méthodes telle que la transformation en cosinus discrète (DCT), transformée en ondelettes discrètes (DWT) et *Set Partitioning in hierarchical tree* (SPIHT).

Dans le troisième chapitre, nous présentons l'importance de détection des incendies des forêts dans les réseaux de capteur sans fils, ainsi que les différentes statistiques réalisées par le Gouvernorat des Forêts au cours de l'année 2020 de la Wilaya de Tebessa.

Dans le quatrième chapitre, nous détaillons notre modèle général proposée pour la détection d'incendie ainsi que la compression d'image en utilisant le modèle YCbCr et la méthode de compression SPIHT respectivement.

Dans le cinquième chapitre, nous présentons les différents résultats de notre méthode proposé de la détection des incendies des forêts, Et évaluer également les résultats de la méthode de compression d'image avec SPIHT à travers les différents niveaux de décomposition utilisés dans cette méthode, nous présentons également les résultats de transmission avec le protocole de routage K-LEACH avant et après la méthode de compression.

*Chapitre 01. Généralités sur Les Réseaux De
Capteurs Sans Fil*

1.1 Introduction

Ces dernières années, le réseau de capteurs sans fil (RCSF) a suscité un grand intérêt et est devenu l'une des technologies les plus prometteuses à l'avenir. Ils sont utilisés dans de nombreuses applications qui nécessitent une interaction étroite avec le monde physique, la simplicité du déploiement et les fonctionnalités de détection distribuées fournies par les systèmes de communication sans fil font de RCSF une partie importante de notre vie quotidienne.

Nous présentons dans ce chapitre quelques généralités sur les réseaux de capteurs sans fils (RCSFs) ainsi qu'une l'architecture des RCSFs.

1.2 Histoire et Définition de réseau de capteurs sans fil

Comme beaucoup d'autres développements et avancées technologiques, le concept de réseaux sans fil avec certains éléments ou appareils autonomes est principalement promu par les organisations militaires et de défense, qui peuvent surveiller et analyser l'environnement environnant pour collecter, traiter et analyser des données. En fait, comme décrit dans [1] et [2], le développement de cette technologie est passé par quatre étapes principales, les organisations militaires et de défense étant initialement les principaux promoteurs ou soutiens du concept.

Un réseau de capteurs sans fil est un groupe (des centaines voire des milliers) de petits appareils appelés nœuds de capteurs. Ils utilisent généralement des avions ou des hélicoptères pour se déployer au hasard dans les airs sur le site de déploiement pour collecter des données scalaires ou multimédias, et utilisent d'autres nœuds de capteurs appelés nœuds de relais pour transmettre des données pour atteindre la station de base ou le récepteur (sink en anglais) [3,4].

1.3 Un capteur

Un Capteur est un dispositif qui détecte une quantité physique et la transforme en un signal qu'un observateur ou un instrument peut interpréter, chaque capteur est constitué de quatre composants de base : une unité de détection (unité de capture), une unité de traitement, une unité d'alimentation et une unité d'émission-réception (unité de

communication) de l'information vers un ou plusieurs points de collecte appelés station de base (SB) [3], la figure suivante illustre les différents Composants d'un capteur .

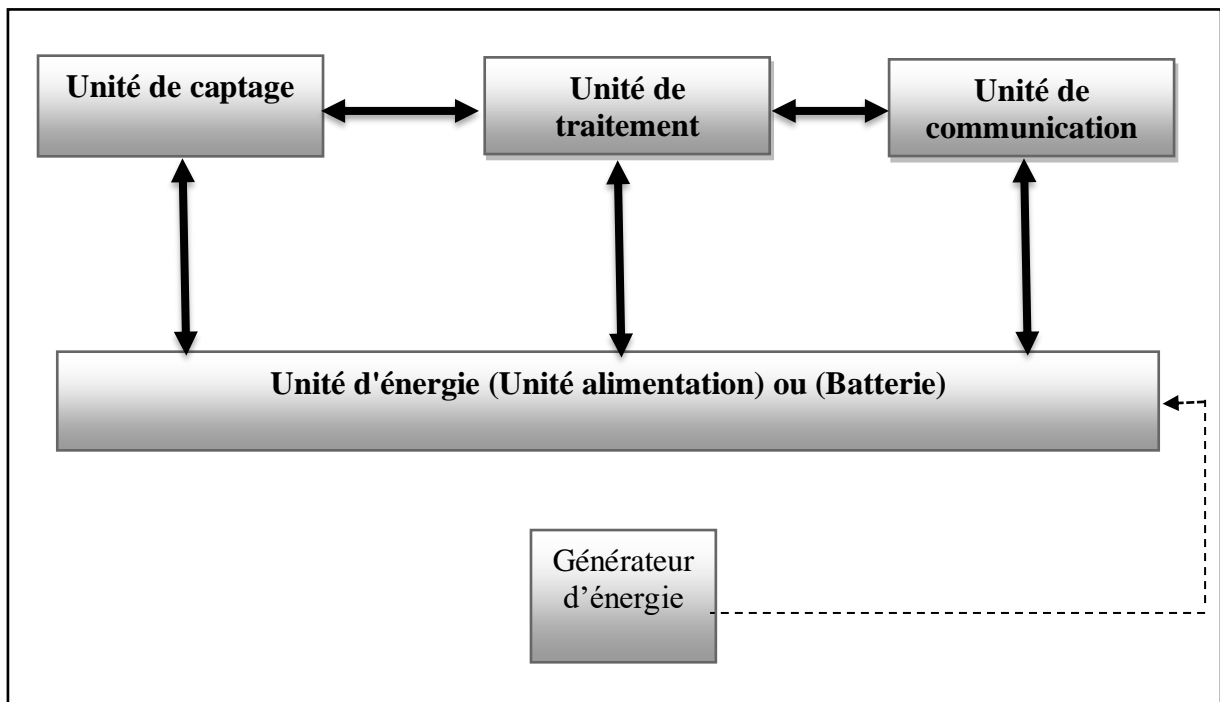


Figure 1.1 Composants d'un capteur.

1.3.1 Unité de captage

Il se compose généralement de deux sous-unités, à savoir un capteur et un convertisseur analogique-numérique. Le capteur obtient la valeur mesurée du paramètre environnemental et la convertit en un signal analogique, puis la fournit au convertisseur. ce dernier convertit ces signaux analogiques en signaux numériques et les transmet à l'unité de traitement.

1.3.2 Unité de traitement

Le corps principal du capteur est le processeur ajouté à la mémoire RAM. Il est responsable de la gestion des actions des autres unités pour établir une bonne opération. Sur certains capteurs, il peut être intégré au système d'exploitation pour faire fonctionner le capteur. Il peut également être couplé à l'unité de stockage, Par exemple, il sera utilisé pour enregistrer Capturer.

1.3.3 Unité de communication

La communication entre deux nœuds sans fil est effectuée par l'unités de communication, un émetteur-récepteur met en œuvre les procédures nécessaires pour convertir les bits à transmettre en ondes radiofréquences et les récupérer à l'autre extrémité. Essentiellement, le RCSF est connecté au réseau par l'intermédiaire de cette unité.

1.3.4 Unité d'énergie

Dans un nœud de capteurs, l'énergie est consommée par la détection, la communication et le traitement des donnée, la communication des données nécessite plus d'énergie que la détection et le traitement des données, l'énergie peut être stockée dans des batteries ou des condensateurs, les batteries sont la principale source d'alimentation des nœuds de capteurs.

1.4 L'architecture des Réseaux de capteurs sans fil

Un réseau de capteur sans fils (RCSF) est composé de :

- Un ensemble de capteurs distribues ou localises.
- Un réseau d'interconnexion.
- Un point central appelé station de base ou (Sink).
- Un ensemble de ressources informatiques déployées sur la station de base.

RCSF est un système spatial distribué composé d'un grand nombre de nœuds de capteurs, dont le nombre peut atteindre des dizaines, des centaines voire des milliers. Ils sont reliés entre eux par des canaux de connexion sans fil pour former un seul réseau

Un puits de réseau (station de base) est une sorte de nœud de capteur qui rassemble les données utiles provenant d'autres nœuds de capteur, en règle générale, le puits de réseau dispose d'une source d'énergie stationnaire et est connecté à un serveur qui traite les données reçues du RCSF, une telle connexion est mise en œuvre directement, si le serveur et le RCSF sont placés sur le même objet.

L'interconnexion des puits et des réseaux d'infrastructure (comme Internet avec des liaisons par satellite) permet aux nœuds de capteurs d'être interconnectés à distance avec les utilisateurs, comme le montre la figure 1.2, dans ce cas, le puits agit comme une passerelle vers le monde extérieur.

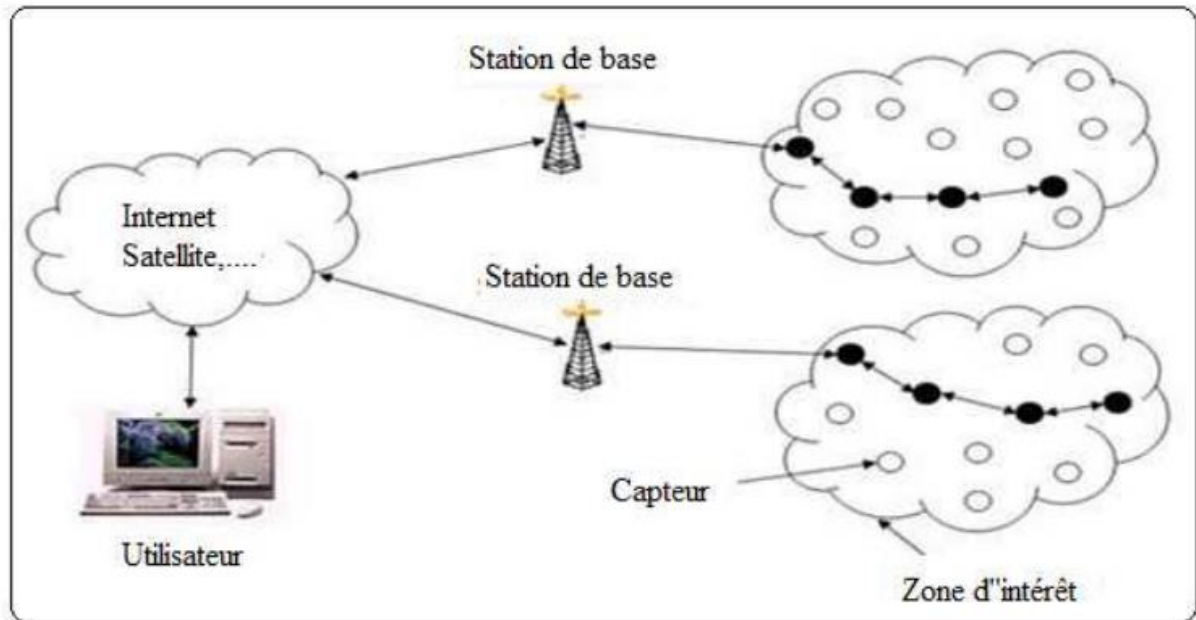


Figure 1.2 Architecture d'un réseau de capteurs sans fils

1.5 Les Caractéristiques des Réseaux de capteurs sans fil

Un ensemble de caractéristiques est important pour accomplir les tâches assignées à l'application. Les plus importants sont :

- **Le type de service :** Le réseau de capteurs sans fils (RCSF) devrait fournir aux utilisateurs des informations significatives sur les objets d'intérêt [5].
- **Scalabilité :** Dans RCSF, un grand nombre de capteurs sont généralement déployés pour assurer une couverture complète de la zone d'intérêt et pour gérer les interruptions, car les capteurs peuvent cesser de fonctionner pour diverses raisons, nous pouvons avoir un RCSF haute densité avec une taille de plus d'un millier de capteurs ou même d'un million de capteurs
- **La durée de la vie :** Il s'agit de la durée pendant laquelle le réseau reste actif. Le RCSF doit fonctionner au moins dans le temps requis pour terminer une tâche donnée, cependant, le concept de durée de vie est basé sur le fonctionnement du RCSF et est directement lié aux performances du réseau. [5].

- **Maintenance** : Le RCSF doit s'adapter aux changements, s'auto surveiller, adapter son fonctionnement et intégrer d'éventuelles ressources supplémentaires, par exemple des nœuds nouvellement déployés.
- **Programmation flexible** : Il s'agit de la capacité des nœuds de capteurs à mettre à jour les alternatives de traitement des données collectées et à apporter des améliorations et des modifications à leurs activités. [5].
- **Topologie dynamique** : Des capteurs sans fil peuvent être montés sur des objets en mouvement, comme le bétail, pour les suivre automatiquement sans perturber leurs actions. Cette situation induit une topologie complexe, qui n'est pas statique, appelée dynamique [6]
- **Interférences** : L'interférence est un concept qui se produit dans la plupart des réseaux sans fil, notamment dans les RCSF, où deux capteurs adjacents peuvent communiquer à la même saut de fréquence, ce qui provoque des interférences.

1.6 Les Domaines d'application

Lors de la collecte et du traitement des informations de l'environnement, les réseaux de capteurs peuvent être très utiles dans de nombreuses applications, dans différentes domaines tel que militaires, agricoles, environnementales , médicales et commerciales .

1.6.1 Domaine militaire

Le domaine militaire n'est pas seulement le premier domaine d'activité humaine à avoir utilisé les RCSFs, mais il est également considéré comme ayant motivé le lancement de la recherche sur les réseaux de capteurs, Smart Dust [7] est un exemple typique de ces premiers efforts de recherche, qui ont été réalisés à la fin des années 90 afin de développer des nœuds de capteurs qui, malgré leur très petite taille, seraient capables d'accomplir des activités d'espionnage.

Parmi les principales sous-catégories d'applications militaires dans les réseaux de capteur sans fil est figurent la surveillance du champ de bataille, la surveillance des combats et la détection des intrus.

1.6.2 Domaine agricoles

Dans l'agriculture, des capteurs peuvent être utilisés pour répondre de manière appropriée au changement climatique, comme le processus d'irrigation lors de la détection de zones arides dans les terres agricoles [6].

1.6.3 Domaine environnemental

Les réseaux de capteurs sans fil sont très utiles pour protéger l'environnement. ils peuvent être utilisés pour la détection des incendies de forêt Dont nous parlerons dans cette mémoire, et aussi des inondations, la surveillance des volcans, le contrôle de la qualité de l'air en surveillant l'évolution de la densité moyenne de CO₂ [4].

1.6.4 Domaine médical

Certains des avantages médicaux / sanitaires des RCSFs se situent dans les domaines du diagnostic, des investigations et de l'administration des médicaments ainsi que de la gestion, des interfaces de soutien pour la surveillance et de la gestion intégrées des patients incapables, la télésurveillance des informations physiologiques humaines. et le suivi et la surveillance des médecins ou des patients à l'intérieur de l'établissement médical.

La nano informatique et la nano médecine commencent maintenant à progresser dans les applications cliniques via l'utilisation de biocapteurs [8].

1.6.5 Domaine commerciale (industriel)

Les RCSFs ont été avancés pour la "maintenance technologique basée sur l'état" (TCBM), car ils peuvent offrir des réductions de coûts/investissements considérables et permettre des fonctionnalités innovantes, dans les classifications câblées, l'installation de capteurs adéquats est généralement limitée par la quantité de câblage nécessaire.



Figure 1.3 Domaine d'application pour les RCSFs

1.7 Problèmes d'énergie dans les Réseaux de capteurs sans fil

Afin de trouver une solution efficace de conservation de l'énergie, nous devons identifier les goulots d'étranglement énergétiques dans le système de nœuds de capteurs sans fil. Dans cette section, nous analysons un nœud de capteurs du point de vue de la consommation d'énergie et discutons des modules qui peuvent affecter de manière significative la consommation d'énergie du système, ainsi que des principales causes qui conduisent au gaspillage d'énergie.

1.7.1 Dissipation de d'énergie dans un nœud de capteur sans fil

Le capteur utilise son énergie pour effectuer trois actions principales: l'acquisition, la communication et le traitement des données :

- **Energie d'acquisition** : Le module de détection absorbe l'énergie de diverses manières, notamment en échantillonnant des signaux physiques et en les convertissant en signaux électriques, en traitement de signal et en conversion analogique-numérique, en raison de

la grande variété de capteurs, il n'y a pas de valeur standard pour la consommation d'énergie.

- **Energie de traitement** : L'énergie de traitement est classée en deux types : l'énergie de commutation et l'énergie de perte. Au stade du programme, l'énergie de permutation est déterminée par la tension d'alimentation et la puissance globale permutée (par l'exécution du logiciel), en revanche, l'énergie perdue pendant que la machine de calcul n'effectue aucun calcul est appelée énergie de perte [9].
- **Energie de communication** : qui est normalement un émetteur-récepteur radio, permet au capteur de communiquer avec d'autres capteurs dans un réseau. Il convient de noter que l'énergie de communication représente la majorité de l'énergie utilisée par un nœud de capteur.

En général, les émetteurs-récepteurs qui donnent accès au canal radio sont à faible débit et à courte portée, certains émetteurs-récepteurs utilisés dans les nœuds de capteurs fonctionnent à un taux de transfert de 250 kbps et à des distances d'environ 10 m. cependant, plusieurs facteurs affectent les caractéristiques de consommation d'énergie d'une radio, notamment le type de modulation, le débit de données, la puissance d'émission et le cycle d'utilisation opérationnel, en général, les radios peuvent fonctionner dans quatre modes de fonctionnement distincts : transmission, réception, veille et sommeil [10].

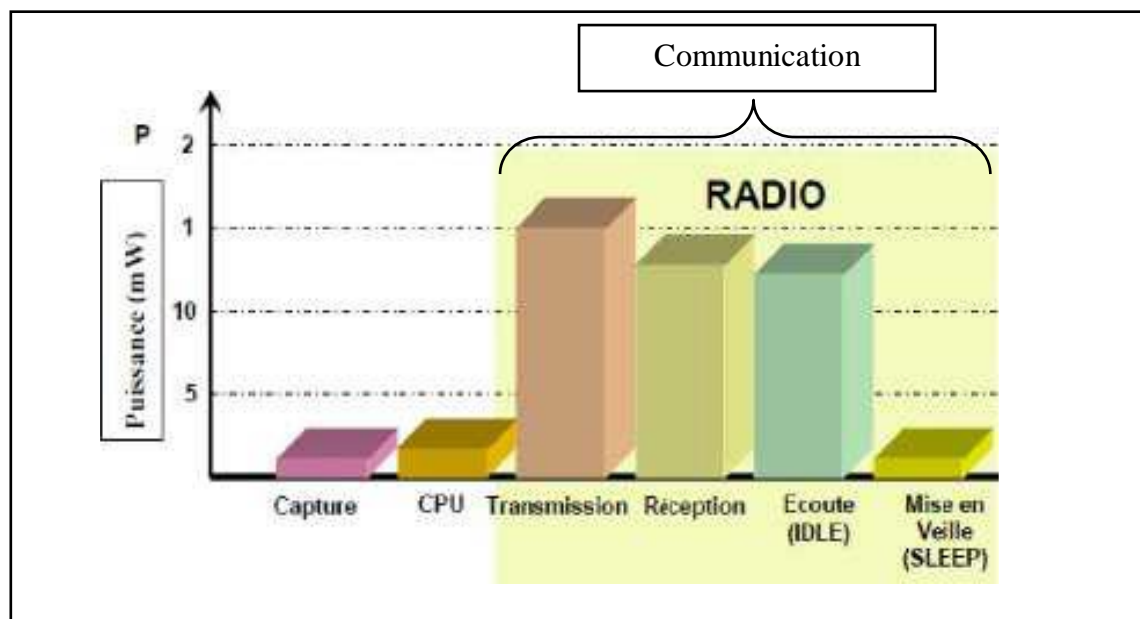


Figure 1.4 Formes de dissipation d'énergie d'un nœud-capteur.

La figure 1.5 montre un modèle simple dans lequel l'émetteur dissipe de l'énergie pour faire fonctionner les appareils électroniques et l'amplificateur, et le récepteur dissipe de l'énergie pour faire fonctionner les appareils électroniques de radio [11].

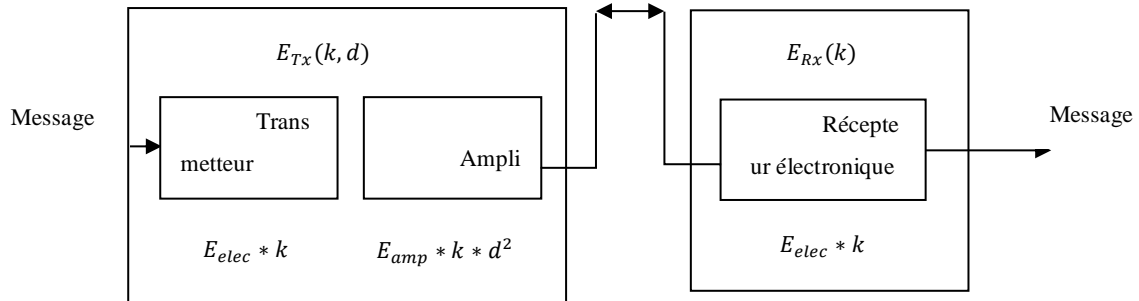


Figure 1.5 Modèle de consommation d'énergie [11].

Cette énergie est déterminée par la quantité des données à communiquer et la distance de transmission [11].

- Pour transmettre un message de k bits sur une distance de d mètres, l'émetteur consomme une énergie selon la formule suivante :

$$ETx(k, d) = ETx(k) + ETx_{amp}(k, d)$$

Cette formule change selon la distance d .

$$ETx(k, d) = \begin{cases} k * E_{elec}(k, d) + k * \xi_{amp} * d^2 & \text{si } d < d_{crossover} \\ k * E_{elec}(k, d) + k * \xi_{amp} * d^4 & \text{sinon} \end{cases}$$

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

$$ERx(k) = k * E_{elec}$$

E_{elec} : énergie de transmission/réception électronique

k : taille d'un message ;

d : distance entre l'émetteur et le récepteur ;

ETx_{amp} : énergie d'amplification ;

ξ_{amp} : facteur d'amplification ;

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

1.7.2 Les causes de gaspillage d'énergie

Les réseaux de capteurs sans fil présentent plusieurs défis, dont la plupart entraînent un gaspillage d'énergie, cette section met en évidence les principales causes de gaspillage d'énergie dans la communication des nœuds de capteurs sans fil :

- **Écoute inactive:** Se produit lorsque les nœuds se réveillent et écoutent les trames entrantes même lorsqu'aucune donnée n'est transmise, cela épuise la durée de vie des réseaux de capteurs sans fil.
- **Collision :** Elle se produit lorsque deux ou plusieurs stations proches veulent transmettre des paquets en même temps, lorsque cela se produit, tous les paquets impliqués dans la collision doivent être rejetés et retransmis, ce qui entraîne une perte d'énergie.
- **Sur-écoute :** Lorsque le canal sans fil diffuse un message, de nombreux nœuds autour de l'expéditeur peuvent entendre la transmission de paquets même s'ils ne sont pas les destinataires prévus de ces transmissions. La sur-écoute d'un trafic inutile peut entraîner un gaspillage d'énergie.
- **Surcharge des paquets de contrôle :** Les paquets de contrôle consomment beaucoup d'énergie lors de l'envoi, de la réception et de l'écoute. Il est donc conseillé d'utiliser un nombre réduit de paquets de contrôle pour la transmission des données afin de réduire la surcharge.

1.8 Les réseaux de capteurs multimédia sans fil (RCMSF)

Dans les parties précédentes, nous avons défini un réseau de capteurs sans fil traditionnel du point de vue de la conception et de la consommation d'énergie, par conséquent, les parties qui suivent sont consacrées à une forme particulière de RCSF, appelée réseau de capteurs multimédia sans fil (RCMSF).

Les caractéristiques d'un réseau de capteurs multimédia sans fil (RCMSF) sont les mêmes que celles d'un réseau de capteurs sans fil (RCSF) standard, mais certaines modifications externes sont prévues en fonction de sa mission particulière.

1.8.1 Les réseaux de capteurs multimédia sans fil et leurs applications

Les réseaux de capteurs multimédias sans fil ont un large éventail d'utilisations [12], notamment la reconnaissance des champs de bataille, le suivi de la défense [13], la surveillance et le contrôle du trafic, l'assistance électronique aux personnes âgées et aux proches, les soins de santé et la surveillance de l'environnement [14], entre autres. Les données multimédias, telles que le son, les images et la vidéo, sont généralement gourmandes en bande passante et sensibles au temps, ces caractéristiques imposent une forte demande sur la connectivité et les éléments de calcul de ces dispositifs, ce qui entraîne une forte demande en ressources énergétiques.

Comme le RCSF standard, le RCMSF est également limité en termes de batterie, de mémoire, de puissance de traitement et de débit de données [15], l'augmentation du volume de communication et les exigences de traitement plus élevées des codeurs ont mis en évidence l'importance des activités d'économie d'énergie dans RCMSF. Par conséquent, les outils disponibles doivent être utilisés efficacement pour la transmission multimédia.

Les applications multimédias vont générer beaucoup de trafic, ce qui nécessite un temps de propagation plus long pour les équipements de détection dont la durée de vie de la batterie est limitée. Bien que le RCSF traditionnel facilite généralement la transmission via des solutions de réseau internes, les exigences de traitement détaillées des données multimédias rendent ces technologies inadaptées au RCMSF, les solutions RCMSF doivent répondre aux spécifications de qualité de service des applications tout en utilisant le moins de ressources possible.

1.8.2 Architecture des réseaux de capteurs multimédia sans fil

La figure 1.6 illustre l'architecture générale d'un réseau de capteurs multimédia sans fil, qui se compose de trois éléments : un nœud multimédia sans fil (NMSF), une tête de cluster sans fil (CH) et un nœud de réseau.

Chaque NMSF est composé d'une caméra ou d'un capteur audio, d'une unité de traitement, d'une unité de communication et d'une unité d'alimentation, chaque nœud capture la scène souhaitée, appelée trame d'image, les données acquises passent par une unité de traitement qui effectue le traitement nécessaire pour réduire la grande quantité de données de la scène.

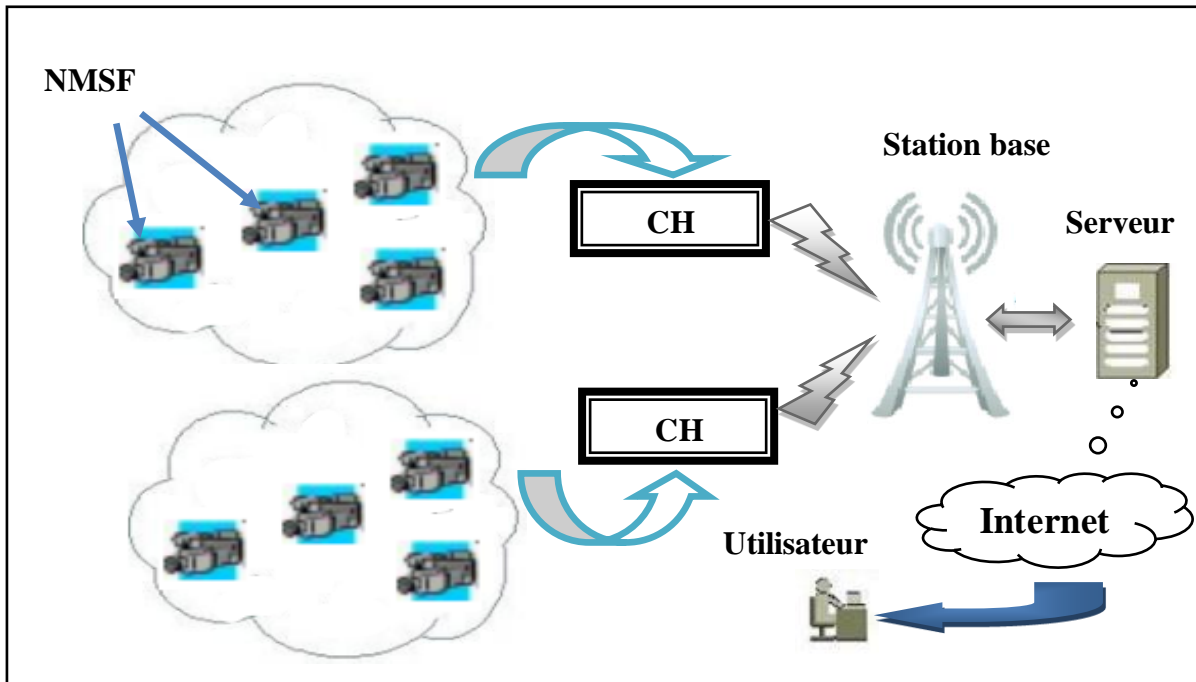


Figure 1.6 architecture générale d'un réseau de capteurs multimédia sans fil

Les CHs connectent un groupe de RCMSFs et reçoivent les données de ceux-ci. Chaque CH est composé d'une unité de traitement, d'une unité de communication et d'une unité d'alimentation. Le champ de vision des NMSF pouvant se chevaucher, le CH peut réduire les données inutiles en effectuant l'agrégation et la combinaison des événements. L'unité de communication relaie les données de nœud en nœud jusqu'à ce qu'elles arrivent au récepteur. La station de base ou le puits rassemble toutes les données du réseau et les envoie à l'utilisateur.

1.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude détaillée des réseaux de capteurs sans fil, et nous avons exposé quelques bases nécessaires sur RCSFs telle que les caractéristiques et leurs domaines d'application ainsi que les problèmes d'énergie qui jouent un rôle très important et crucial dans les RCSFs, et nous avons également essayé d'introduire les RCMSFs et leurs applications et aussi l'architecture générale de cette technique.

Dans le chapitre suivant, nous nous concentrerons sur les techniques de compression d'images afin de minimiser la taille des données à transmettre pour augmenter la durée de vie du réseau.

*Chapitre 02. Compression des images dans les
RCMSF*

2.1 Introduction

La Compression d'image est la science qui réduire la quantité de données nécessaires sans sacrifier la représentation visuelle de l'image originale, Il s'agit des technologies les plus utiles et les plus performantes commercialement dans le domaine du traitement numérique des images, le nombre d'images compressées et décompressées chaque jour est infini.

Dans ce chapitre, on a présenté une étude sur la compression des images dans les RCMSF .Ainsi, on va présenté la méthode de compression 'Set Partitioning In Hierarchical Tree ' (SPIHT) qui utilise DWT

2.2 Les types de compression

L'objectif de la recherche sur la compression des images est de découvrir une solution pour réduire la taille des images tout en essayant de limiter la détérioration de la qualité causée par la compression.

La technique de compression d'image peut être classée en deux catégories: compression d'image sans perte (non-destructrice) et compression d'image avec perte (destructrice).

2.2.1 Compression d'image sans perte

La compression d'images sans perte est un algorithme de compression qui permet de reconstruire parfaitement l'image originale à partir des données d'origine.

Cette technique de compression conservatrice est utilisée dans des applications telles que l'archivage d'images médicales, l'imagerie satellitaire où les photographies sont coûteuses et les informations critiques, les textes, les programmes et toute autre forme de données qui doivent être stockées à domicile. le taux de compression est le seul critère pour mesurer l'efficacité dans cette situation [16]. cette technique dépend d'un processus en deux étapes : la décorrelation et codage entropique.

Dans la première étape, la décorrélation supprime la redondance spatiale entre les pixels par l'une des techniques de compression d'image sans perte. ces techniques sont classées en trois catégories : les techniques basées sur la prédiction les techniques basées sur la transformation et techniques basées sur la multi-résolution [17].

La deuxième étape est le codage par entropie basé sur 'Run Length Coding' (RLC) et le 'Statistical Coding' , [17] l'objectif de cette étape est éliminer la redondance de codage.

2.2.2 Compression d'image avec perte

La compression d'image avec perte est une méthode de compression dans laquelle une partie du contenu est écartée , ce qui signifie que certaines données sont perdues et que l'image ne peut donc pas être décompressée avec une originalité de 100% .les techniques avec perte sont particulièrement utiles pour les photos naturelles telles que les portraits, pour lesquelles une perte minimale (parfois imperceptible) de fidélité est acceptable afin d'obtenir une réduction significative du débit binaire, largement utilisés dans les réseaux de capteurs multimédias sans fil et c'est ce sur quoi nous nous concentrerons dans cette étude.

Les techniques de compression d'images avec perte sont classées en deux types : la compression d'images basée sur la transformation [18], qui comprend la DCT et la DWT, et les algorithmes non basés sur la transformation, qui comprennent la transformation vectorielle [19] et la compression fractale [20]. nous avons résumé et classifié toutes les techniques dans figure 2.1.

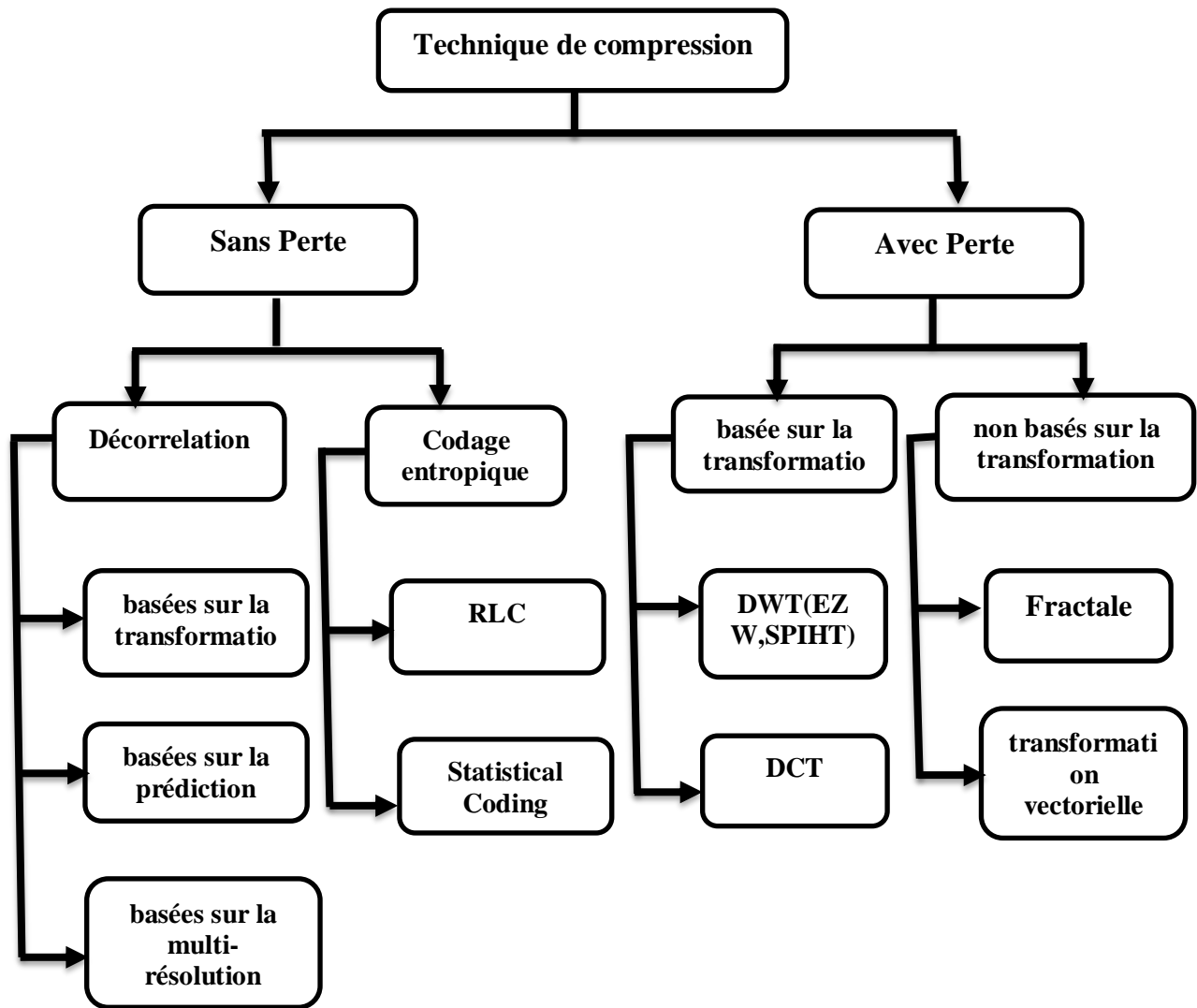


Figure 2.1 classification des méthode de compression dans RCMSF [17].

2.3 Fonctionnement général de la compression des images

La figure 2.2 décrit généralement les trois étapes des algorithmes de compression d'image avec perte, la première phase consiste en une transformation pour éliminer la redondance inter-pixel afin de regrouper les informations de manière compétente. Ensuite, un quantificateur est appliqué pour éliminer la redondance psycho-visuelle afin de symboliser les informations regroupées avec le moins de bits possible. les bits quantifiés sont ensuite codés de manière ingénieuse pour obtenir une compression supplémentaire à partir de la redondance de codage.

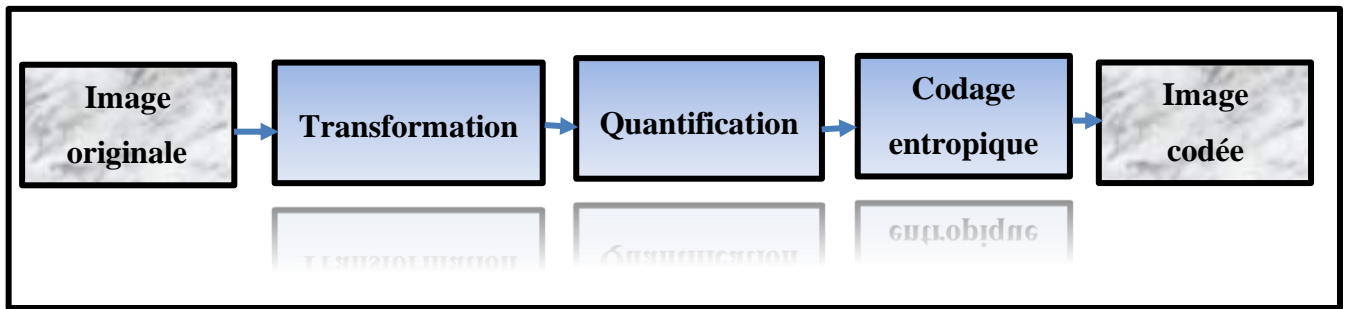


Figure 2.2 Schéma général de la compression des images avec pertes

2.3.1 Transformation

L'algorithme de codage par transformation commence généralement par le partitionnement de l'image originale en petits blocs de taille réduite. ensuite, pour chaque bloc, des coefficients de transformation sont obtenus sur la base de leur transformation, c'est une opération réversible ,DCT, ondelette et Curvelet sont des exemples de codage par transformation. [18].

2.3.2 Quantification

Le but de la quantification est de minimiser la précision tout en augmentant le taux de compression. Par exemple, l'image originale utilise 8 bits pour sauvegarder une partie de chaque pixel. Si nous utilisons moins de bits, par exemple 6 bits, pour préserver les informations de l'image, la quantité de stockage est diminuée et l'image peut être compressée.

L'inconvénient de la quantification est qu'il s'agit d'un processus à perte, entraînant une perte de précision et une distorsion irréversible.

2.3.3 Le codage entropique

Le codeur entropique, qui produit un code de longueur fixe ou variable pour représenter la sortie du cycle de quantification, est l'étape finale du processus de codage après la quantification. Pour réduire la redondance du codage, les mots de code les plus courts sont généralement appliqués aux valeurs de sortie du quantificateur les plus fréquentes. Les données quantifiées sont alors fortement réduites pour une diffusion efficace. cette méthode est réversible.

2.4 Transformation en cosinus discrète DCT

Ahmed, Natarajan et Rao [21] ont été les premières à mettre en équation la DCT en 1974. Il s'agit d'une transformation mathématique qui convertit un ensemble de données d'un domaine spatial à un spectre de fréquences et inversement par l'inverse Transformation en cosinus discrète (IDCT).

La transformée discrète en cosinus (DCT) est la technique de codage par transformée la plus répandue et un schéma de compression bien connu basé sur la DCT est le JPEG [22]. La compression d'images basée sur la DCT divise les images en blocs 8×8 et code chaque bloc individuellement [23]. L'équation de la DCT bidimensionnelle est la suivante :

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \sum_{x=0}^{k-1} \sum_{y=0}^{k-1} f(x, y) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2k}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2k}\right) \quad (1)$$

Pour $u=0, \dots, N-1$ et $v=0, \dots, N-1$

$$\text{tanque } N = 8 \text{ et } C(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{pour } k = 0 \\ 1 & \text{sinon} \end{cases} \quad (2)$$

Dans la compression DCT, la quasi-totalité de l'information est concentrée dans un petit nombre de coefficients de basse fréquence. le coefficient de fréquence le plus bas est connu sous le nom de composantes directes (DC) et le reste des composantes sont des composantes alternatives (AC).

L'équation de la transformée DCT inverse 2-D est donnée par l'équation suivante Eq. (3)

$$f(x, y) = \sum_{v=0}^{k-1} \sum_{u=0}^{k-1} \frac{C(u)}{2} \frac{C(v)}{2} F(u, v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2k}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2k}\right) \quad (3)$$

Le $f(x, y)$ est la valeur de chaque pixel dans le bloc 8×8 sélectionné, et le $F(u, v)$ est le coefficient DCT après transformation. la transformation du bloc 8×8 est également un bloc 8×8 composé de $F(u, v)$.

2.5 Compression basée sur les DWT

2.5.1 La transformée en ondelettes discrètes (DWT)

La transformée en ondelettes discrètes (DWT) fournit une représentation d'image multirésolution et est devenue l'un des outils les plus importants de l'analyse et du codage des images au cours des deux dernières décennies. Les algorithmes de compression d'images basés sur la DWT offrent une grande efficacité de codage pour les images naturelles (lisses). Comme la DWT dyadique ne s'adapte pas aux diverses propriétés spatiofréquentielles des images, la compaction énergétique qu'elle réalise n'est généralement pas optimale. Toutefois, les performances peuvent être améliorées en sélectionnant la base de la transformation de manière adaptative à l'image.

Les paquets d'ondelettes (WP) représentent une généralisation du schéma de décomposition en ondelettes. La décomposition d'image WP sélectionne de manière adaptative une base de transformation qui sera la mieux adaptée à l'image particulière. Pour cela, le critère de sélection de la meilleure base est nécessaire.

L'idée fondamentale de l'analyse en ondelettes est de récupérer l'information des détails à différents niveaux. La transformée en ondelettes peut être considérée comme un schéma arborescent composé de filtres passe-haut et passe-bas. Alors que le filtre passe-bas {L} réduit l'information dans le signal ou dans un tableau de données, le filtre passe-haut {H} sauvegarde cette information perdue. L'image est séparée en sous-bandes moyennes à l'aide d'une transformée en ondelettes [22].

Comme le montre la figure 8, l'image d'entrée originale est d'abord balayée dans la direction horizontale, puis elle passe à travers un filtre de décomposition passe-bas et un filtre de décomposition passe-haut, ce qui produit des données de basse fréquence et de haute fréquence dans la direction horizontale. Ces données sont ensuite balayées dans la direction verticale, puis elles passent à travers un filtre de décomposition passe-bas et un filtre de décomposition passe-haut, ce qui produit des sous-bandes de fréquences différentes. La transformation génère des sous-bandes LL, LH, HL, HH. La plupart de l'énergie est concentrée dans la sous-bande de basse fréquence LL, où les trois sous-bandes restantes LH, HL contiennent des informations détaillées de l'image dans les directions verticales, HL

contiennent des informations détaillées de l'image dans les directions horizontales et HH contiennent des informations détaillées de l'image dans les directions diagonales pour la décomposition de haut niveau, DWT peut être appliqué à nouveau à la sous-bande LL récursivement d'une manière similaire mais ne considérera pas les trois autres sous-bandes qui sont HL, LH, HH, La Fig.2.3 montre la décomposition à trois niveaux de l'image originale.

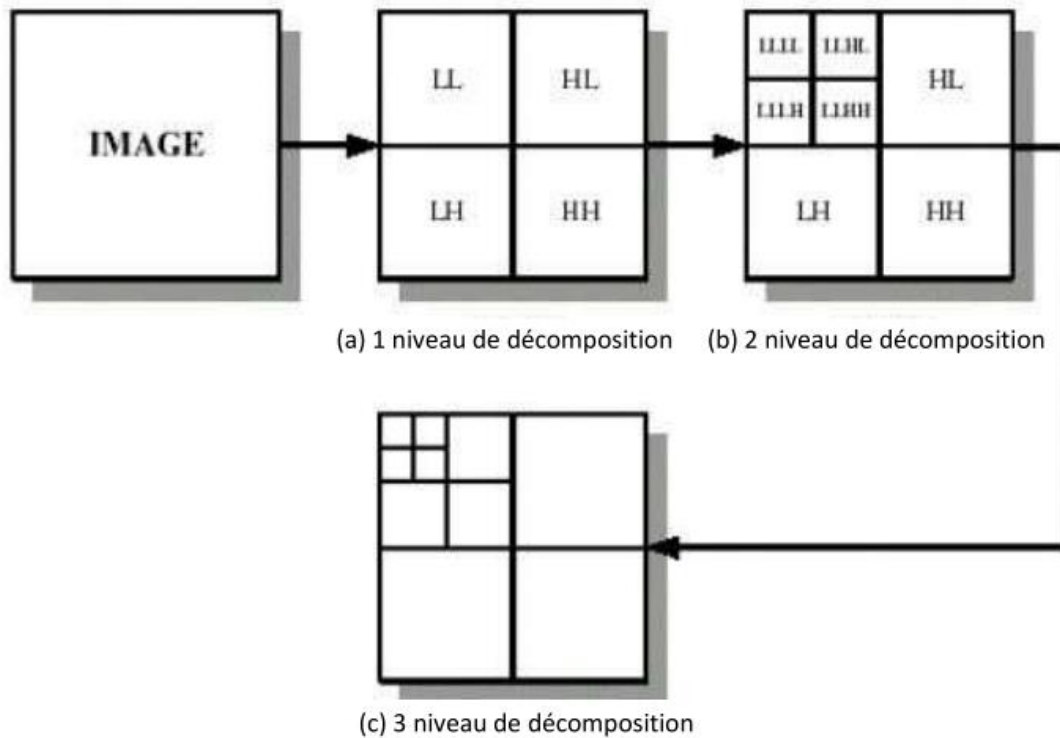


Figure 2.3 décomposition à trois niveaux de l'image originale.

La transformée en ondelettes discrètes (DWT) est une transformée puissante qui offre une efficacité de compression considérablement meilleure que la DCT à des taux de compression plus élevés. Cependant, la DWT est beaucoup plus difficile à exécuter et utilise beaucoup plus de ressources que la DCT. Par conséquent, plusieurs chercheurs travaillent à réduire sa complexité et ses besoins en mémoire. Selon [24], le schéma de levage est un algorithme qui mesure efficacement la DWT car il utilise moins de coefficients de filtre, ce qui permet une mise en œuvre rapide et une réduction de la mémoire de la DWT. "Set Partitioning in Hierarchical Trees" (SPIHT) et JPEG2000 sont les deux algorithmes de compression les plus connus qui utilisent la DWT. Dans cette étude, nous nous intéresserons à l'algorithme de compression avec "Set Partitioning in Hierarchical Trees" (SPIHT).

2.5.2 Set Partitioning in Hierarchical Trees (SPIHT)

En 1996, Said et Pearlman ont créé un algorithme de codage d'images simple et complètement intégré, basé sur le principe du partitionnement d'ensembles dans des arbres hiérarchiques (SPIHT). Sur les coefficients des sous-bandes, l'algorithme SPIHT applique les règles de partitionnement d'ensembles mentionnées ci-dessus, l'algorithme est le même pour le codeur et le décodeur, et aucune transmission explicite d'informations d'ordre n'est nécessaire, comme c'est le cas pour d'autres algorithmes de transmission progressive pour le codage embarqué, cela augmente l'efficacité du codage de l'algorithme par rapport à ses homologues. le codeur et le décodeur conservent et rafraîchissent constamment les trois listes mentionnées ci-dessous [25].

Liste des pixels non significatifs (LIP) , liste des pixels significatifs (LSP), liste des ensembles non significatifs (LIS).

L'arbre d'orientation spatiale est généré par les composantes de filtre LL (Low-Low), LH (Low-High), HH (High-High) et HL (High-low) Il existe des listes de positions de coefficients avec leurs coordonnées après initialisation ; l'algorithme passe par deux étapes pour chaque degré de seuil. La passe de tri (qui organise les listes) et la passe de raffinement (qui effectue la transmission réelle du codage progressif). Chaque entrée des deux listes est définie par une coordonnée (i, j) , qui dans le LIP et le LSP représente des pixels individuels et dans le LIS représente soit la plage $D(i, j)$ soit $L(i, j)$, (i, j) . Pour les distinguer, une entrée LIS est de type A si elle représente $D(i, j)$ et de type B si elle représente $L(i, j)$; lors de la passe de tri, les pixels du LIP qui étaient négligeables lors de la passe précédente sont vérifiés, et ceux qui étaient significatifs sont transférés dans le LSP. De même, les ensembles sont évalués séquentiellement dans l'ordre du LIS, et lorsqu'un ensemble est déterminé comme étant significatif, il est omis de la liste et partitionné. Les nouveaux sous-ensembles de plus d'une variable sont ajoutés au LIS, tandis que les ensembles de coordonnées uniques sont ajoutés à la fin du LIP ou du LSP, selon qu'ils sont insignifiants ou significatifs. Le LSP stocke les coordonnées des pixels visités pendant le passage de raffinement. SPIHT utilise une stratégie de traitement en série [26], [27].

L'algorithme SPIHT définit quatre types d'ensembles, qui sont des ensembles de coordonnées de coefficients comme le montre dans la figure 2.4 [28]:

- 1) $O(i, j)$ est l'ensemble des coordonnées des ressorts du coefficient d'ondelettes à l'emplacement (i, j) .
- 2) $D(i, j)$ est l'ensemble de tous les descendants des coefficients à l'emplacement (i, j) .
- 3) H est l'ensemble de tous les nœuds racine.
- 4) $L(i, j)$ est l'ensemble des coordonnées de tous les descendants des coefficients à l'emplacement (i, j) .

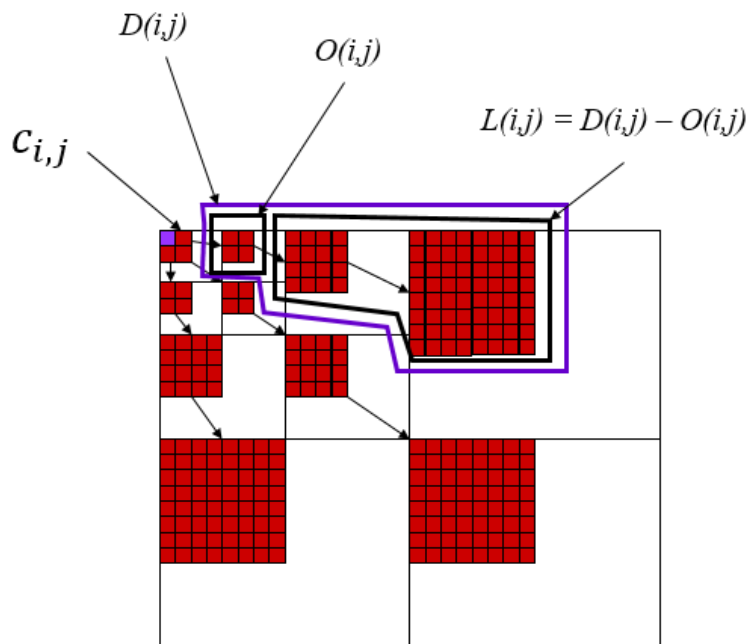


Figure 2.4 Arborescence hiérarchique de SPIHT

Nous allons maintenant définir les étapes nécessaires de codage SPIHT comme le montre dans la figure 2.5 :

Étape 1: Initialiser le seuil et la liste d'ordre attribuer les coefficients de tous les noeuds racine de la sous-bande passe-bas à LIP, tous les arbres sont affectés à LIS et LSP est initialisé pour être un ensemble vide.

Étape 2: Passe de tri Le but est d'encoder le coefficient important du bit courant. Il y a deux étapes principales: A) Vérifiez tous les coefficients d'ondelettes dans LIP pour déterminer s'ils sont des coefficients importants:

1) Si c'est oui, alors la sortie «1» et le bit de signe, les bits de signe positif ou négatif des coefficients d'ondelettes sont représentés par «1» et «0», puis retirez le coefficient de LIP et ajoutez à la fin de la commande list LSP.

2) Si ce n'est pas le cas, nous n'avons pas besoin de le supprimer de la liste des LIP et de donner une sortie directe de «0». B) Selon le type d'arbres, nous vérifierons tous les arbres importants dans LIS.

Étape 3: Refinement Pass Le but est la sortie mais pas l'amélioration de la position du facteur important généré dans le processus de numérisation. Pour chaque nœud (i, j) dans LSP, si (i, j) n'est pas simplement ajouté pendant le processus de balayage, alors la valeur absolue $|C_{i,j}|$ de la sortie de ce coefficient de nœud peut être transmis.

Étape 4: Mise à jour du seuil le nombre maximal de bits requis pour représenter le plus grand coefficient dans l'arbre d'orientation spatiale est obtenu et représenté par n, qui est $n = \lceil \log_2 c_{\max} \rceil$, où c_{\max} est la valeur maximale du coefficient. mettez à jour le seuil en décrémentant n de 1 et effectuez le codage de niveau suivant (retour à l'étape 2)

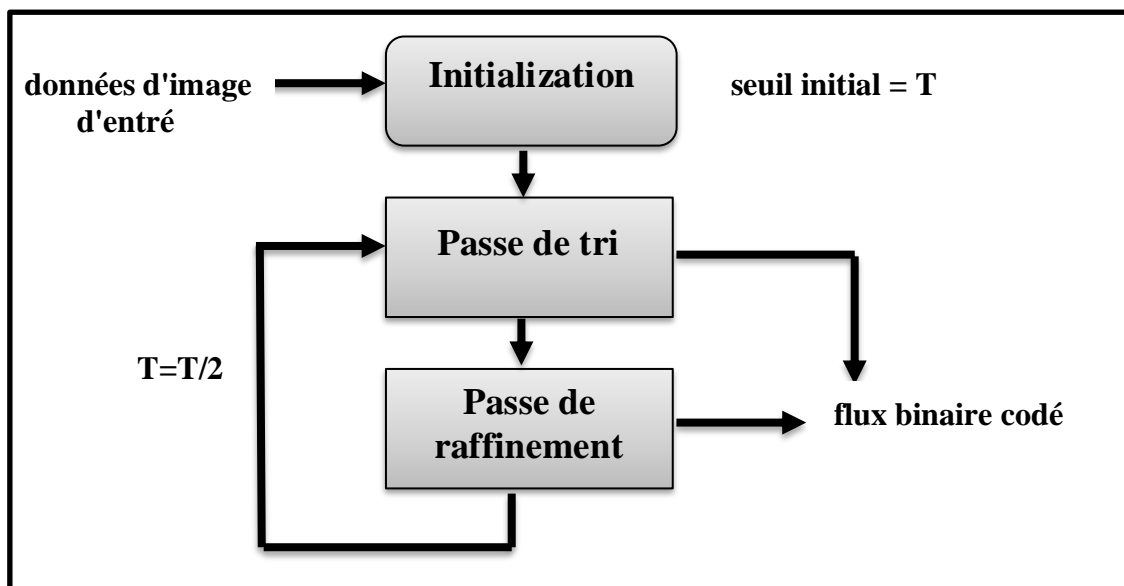


Figure 2.5 les Étapes de codage SPIHT

2.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié différentes méthodes de compression d'images où nous nous sommes concentrés sur la compression d'image avec perte, qui se compose à son tour des algorithmes suivants DWT, SPIHT et DCT, où nous avons étudié les performances de chacune en termes de qualité d'image et de puissance consommation, afin de connaître la meilleure manière de répondre aux exigences des réseaux de capteurs multimédias sans fil.

*Chapitre 03. Détection des incendies des
forêts dans RCSF en Tébessa*

3.1 Introduction

Les forêts sont l'un des facteurs les plus critiques et les plus importants pour préserver l'équilibre écologique de la planète. Les incendies de forêt nuisent aux animaux et aux plantes et provoquent diverses limites. Le nombre d'incendies de forêt est considérablement augmenté ces dernières années dans le monde, en particulier en 2020, en raison du virus corona, qui oblige les gens à grimper dans les forêts et à provoquer des incendies.

3.2 Définition d'un incendie

L'incendie est un processus d'oxydation rapide et auto-entretenu accompagné de chaleur et de lueur d'intensité variable, l'incendie est composé de trois composants: l'oxygène, la température et un oxydant. Pour les humains, l'incendie est devenu à la fois une source de réconfort et de tragédie, les incendies peuvent se produire dans les airs, au sol ou dans les mines et aussi dans les forêts [29].

Les principales causes d'incendie sont les produits chimiques inflammables, les procédés à flamme nue, les systèmes générateurs de chaleur, l'utilisation et le stockage des solvants, les court-circuit des équipements électriques et les facteurs de causalité.

3.3 Un incendie des forêts

Un incendie de forêt est un incendie incontrôlé qui se produit dans la nature, lorsqu'un feu de forêt est suffisamment important, il faut beaucoup de temps aux équipes de lutte contre les incendies pour maîtriser la situation, cela peut entraîner une dévastation généralisée.

Pour déclencher un incendie, trois composants doivent être présents : un combustible, un comburant et une force d'allumage, sous la forme d'une source de chaleur, dans le cas des incendies de forêt, la végétation sert de combustible, l'air et l'oxygène qu'elle produit servent de comburant, et la moindre étincelle fournira l'énergie d'activation suffisante [30].

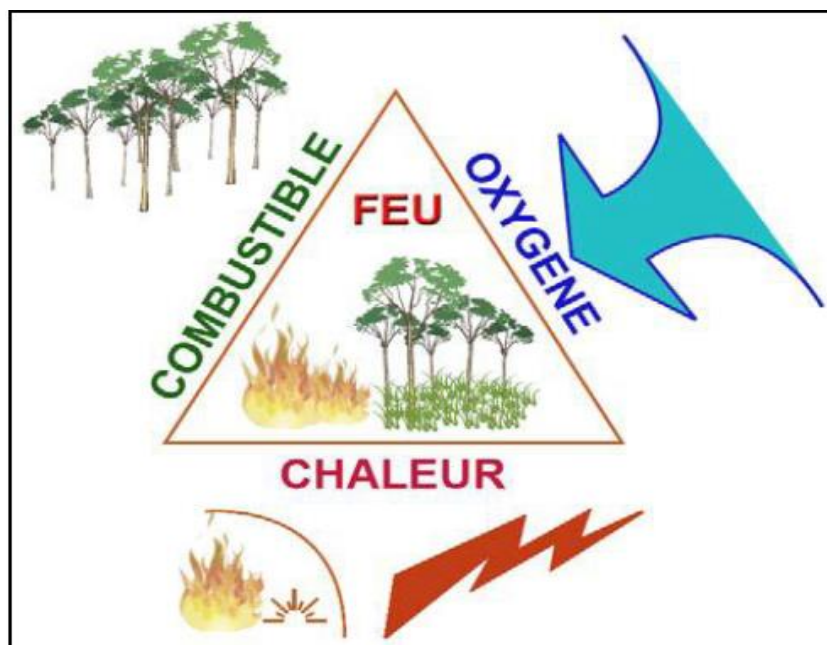


Figure 3.1 les composants essentiels pour déclencher un incendie.

3.4 Les combustibles d'un incendie de forêt

Les flammes peuvent se propager à travers la végétation vivante (branches, feuilles) ou la végétation morte (aiguilles, arbres morts), ainsi que les infrastructures humaines situées dans les zones boisées, de sorte que la forêt dans son ensemble doit être considérée comme une source de carburant possible, les incendies sont donc une source de préoccupation [31].

Deux types de végétation différencient les formations sous-forestières :

Les maquis : Couche végétale basse , fermée et épaisse (sols de garrigue siliceux)

Les landes : Une couche végétale constitué de genêts et de petits buissons (sol acide)

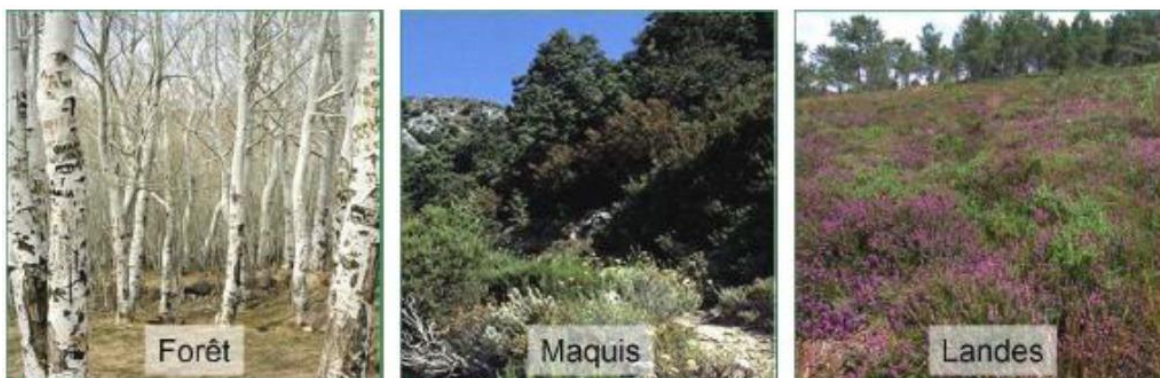


Figure 3.2 Les combustibles des incendies de forêts.

3.4 Les différents type des incendies des forêts

La plupart des incendies de forêt sont des mélanges complexes d'incendie de surface et d'incendie de cimes la figure 3.3 illustre les deux types :

3.4.1 incendie de surface

Un incendie de forêt peut commencer comme un feu de surface, se propageant le long du sol comme la litière de surface (feuilles sénescentes, brindilles et herbes sèches, par exemple) sur le sol de la forêt et étant consommée par les flammes qui se propagent.

3.4.2 Incendie de cimes

L'autre type d'incendie de forêt est un incendie de cimes dans lequel la couronne des arbres et des arbustes brûle, souvent soutenue par un feu de surface, un incendie de cimes est particulièrement nocif dans une forêt de conifères, car la substance résineuse émise par les bûches en feu brûle rapidement. Si un feu commence en bas d'une pente, il se propage rapidement vers le haut car l'air chaud adjacent à une pente continue à se précipiter vers le haut de la pente, entraînant les flammes avec lui.



(a)



(b)

Figure 3.3 incendie de surface (b) incendie de cimes.

3.5 Les incendies des forêts en Tébessa

La conservation des forêts de la Wilaya de Tébessa, en collaboration avec les autres organismes traditionnellement concernés, a mis à exécution les dispositions législatives et réglementaires dans le tableau suivants :

La loi ou décret	textes
La loi : « 84 - 12 » du : 23/06/1984	portant Régime Général des Forêts qui, en application de ses articles 19 et 20, elle rend nécessaire la participation des différentes structures de l'état dans la lutte contre les feux de forêts, comme elle fixe les obligations de certains organismes pour l'exécution des travaux préventifs nécessaires.
Le décret : « 07 - 301 » du : 17/09/2007	modifiant et complétant le décret n° : « 80-184 » du : 19/07/1980 portant mise en place des organes de coordination des actions de protection des forêts.
Le décret : « 87 - 44 » du : 10/02/1987	fixant les règles et les normes de prévention contre les feux de forêts dans le domaine forestier national et à proximité
Le décret : « 87 - 45 » du : 10/02/1987	portant organisation et coordination des actions en matière de lutte contre les feux de forêts dans le domaine forestier national.

Tableau 3.1 les dispositions législatives et réglementaires des Forêts

En ce qui concerne ce volet, l'application de ces textes demeure insuffisante et difficile du fait de la vaste étendue du territoire, de l'inadéquation de certains textes par rapport à l'évolution de l'organisation des structures déconcentrées et autre .

La Conservation des forêts de Tébessa a mis en place aussi , durant toute la durée de la campagne, un dispositif de première intervention qui repose sur :

- Installation de 11 brigades mobiles de détection et de première intervention avec un effectif de 45 agents.
- Installation de 07 brigades d'interventions avec un effectif de 25 agents (CCFFL).
- Mise en place de 14 chantiers dans les massifs forestiers, avec un effectif de 64 Ouvriers (dans le cadre de la réalisation des programmes de développement).

- La mise en service de 36 points d'eaux situés en forêts ou à proximité, pour faciliter l'approvisionnement en eau.
- Installation de 07 postes de vigie

3.5.1 Bilan des Incendies pour L'année 2020

Comme on peut le voir dans le tableau 3.1, 76 % de la superficie totale parcourue par le feu a été enregistré hors forêts 107, 50 Ha, Les 34% restants représentent le pourcentage d'incendies enregistrés dans les forêts on note également que la daïra de Tébessa se positionne en tête avec environ 12% de la superficie totale 142.9.

Daïra	Superficie(HA)					Total Hors Forêts	Total Général(HA)	
	Forêts	Maquis	Broussaill	Alfa	Jeune Reboisement	Superficie	Nbr Foyers	Superficie (HA)
Bir El Ater	--	--	--	0,5	--	0,5	01	0,5
Oum Ali	6,5	--	--	07	--	07	05	13,5
Ouenza	05	--	6,98	--	1,02	08	05	13
El Aouinet	0,5	--	--	12	--	12	04	12,5
Morsott	01	--	--	--	--	--	01	01
Tébessa	11,95	2,5	--	--	--	2,5	08	14,45
El Malabiod	6,25	--	--	--	--	--	03	6,25
El Kouif	03	0,5	37,8	13	0,2	51,50	03	54,5
Bir Mokadem	01	--	--	--	--	--	01	01
El Ogla	--	--	--	26	--	26	03	26
Total général	35,2	03	44,78	58,5	1,22	107,50	34	142,7

Tableau 3.2 Bilan des Incendies pour L'année 2020

3.5.2 Superficies incendiées par mois dans l'Année 2020

La figure 3.4 illustre que 47 % de la superficie totale parcourue par le feu a été enregistré durant le mois de Juillet 64,60 Ha. les causes probables est la situation caniculaire, fréquentation de la population a cause du confinement (l'épidémie Covid-19) Le défrichement illicite (Nappe Alfatière – Terrains parcourus)

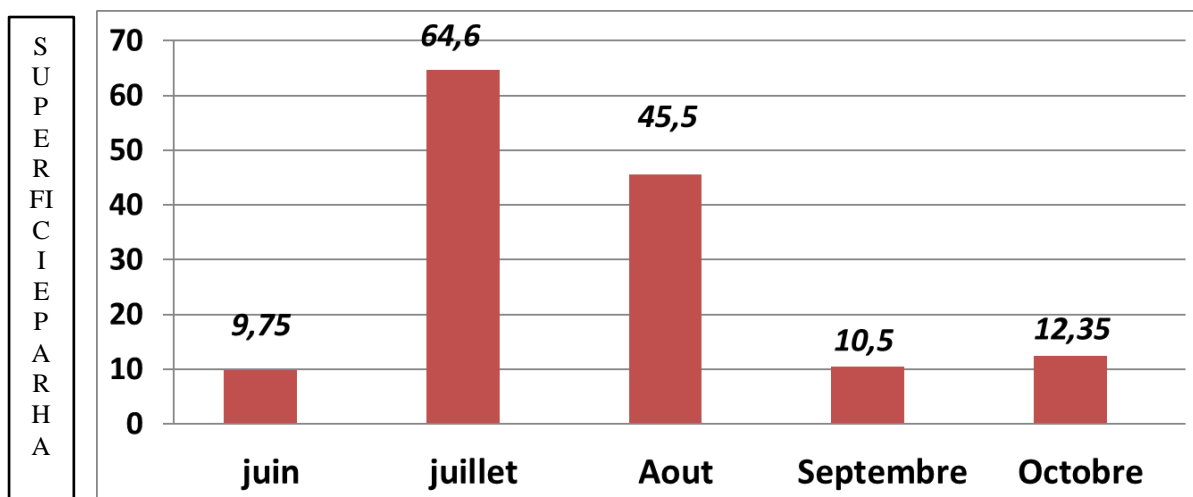


Figure 3.4 Statistique de Superficies incendiées par mois en Tébessa.

3.5.3 Répartition des Incendies Suivant les Tranches Horaires en 2020

Il a été relevé pour cette année que 13 foyers se sont déclarés durant la tranche horaire allant de 12 à 16 heures, ce qui représente 38% du nombre total de foyers, cela est dû à la température élevée pendant cette période, ce qui conduit à une forte inflammation des incendies le tableau 3.2 illustre la répartition des incendies suivant les tranches horaires dans les mois juin , juillet , août ,septembre et octobre :

Mois	Tranche Horaires des incendies							Total
	De 00 H à 06 H	De 06 H à 10 H	De 10 H à 12 H	De 12 H à 16 H	De 16 H à 18 H	De 18 H à 20 H	De 20 H à 24 H	
	Nombre d'incendie							
Juin	--	01	--	--	03	--	01	05
Juillet	--	01	02	04	01	--	--	08
Août	--	03	01	05		01	01	11
Septemb re	--	02	--	01	01	01	--	05
Octobre	--	01	--	03	01	--	--	05
Total	--	08	03	13	06	02	02	34

Tableau 3.3 Répartition des Incendies Suivant les Tranches Horaires

3.5.4 Les Auteurs de détection des incendies

la majorité des foyers a été signalée par les riverains (14 foyers) 41 % du nombre total de foyers, la figure 3.5 illustre les différents auteurs de détection des incendies :



Figure 3.5 Les Auteurs de détection des incendies.

3.6 Détection des incendies des forêts en utilisant les réseaux de capteur sans fil

La détection et la surveillance des feux de forêt constituent une application essentielle des réseaux de capteurs sans fil. En général, les feux de forêt se déclenchent en été. Les feuilles sèches éparpillées dans la forêt prennent feu à tout moment, enflammant une partie importante de la forêt.

Il est très important de détecter le processus d'incendie avant qu'il ne se propage largement, ce qui entraîne de lourdes pertes et des catastrophes majeures dans les forêts, parmi les solutions utilisées efficacement à cet effet se trouvent les réseaux de capteurs sans fil, où les nœuds de capteurs sont répartis presque dans toutes les zones de la forêt afin de former un réseau de capteurs sans fil dont la mission est de détecter l'incendie et l'envoyer à la base de station, qui à son tour informera l'utilisateur de l'existence du feu via des satellites

Internet , la figure 3.6 illustre l'architecture de détection des incendies de forêt utilisant le réseau de capteurs sans fil.

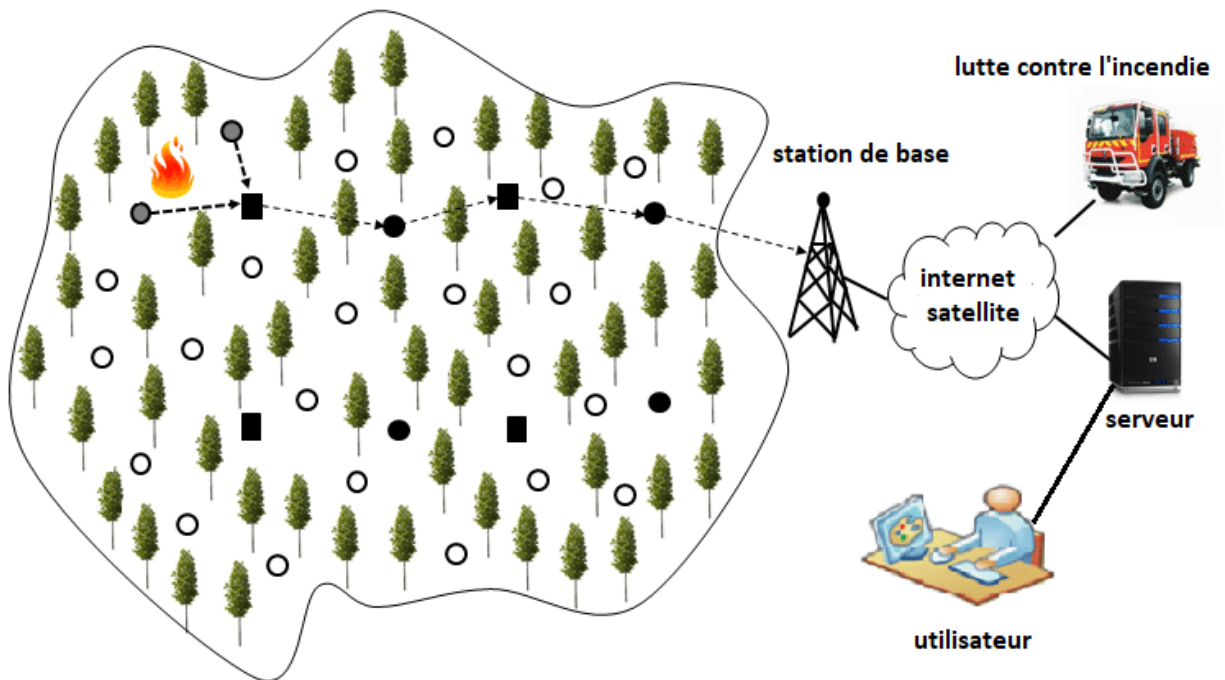


Figure 3.6 L'architecture de détection des incendies de forêt utilisant le réseau de capteurs sans fil.

3.7 Conclusion

Cette étude révèle tout d'abord que la technologie RCSF est une technologie verte très prometteuse pour l'avenir dans la détection efficace des incendies de forêt dans notre pays. Dans ce chapitre, nous étudions l'importance de détecter les incendies dans la wilaya de tébessa ainsi que les différentes statistiques réalisées par le gouvernorat des forêts au cours de l'année 2020.

Chapitre 04. Contributions

4.1 Introduction

Dans les chapitres précédents, nous avons fait une étude générale sur les réseaux de capteurs sans fil qui jouent un rôle très important dans la compression d'images que nous pouvons appliquer au processus de détection des incendies dans les forêts.

Dans ce chapitre, nous étudierons notre contribution dans laquelle les modèles de détection d'incendie (utilisant le modèle YCbCr) ainsi que la compression d'image (en utilisant Set Partitioning in Hierarchical Trees 'SPIHT') sera présentés et expliqués.

4.2 Conception générale du système

Notre objectif principal est de créer un système qui détecte l'incendie des forêts lors de la l'acqise d'une image spécifique en utilisant un capteur multimédia sans fil , ainsi que de compresser cette image afin de réduire la quantité de données que nous enverrons. comme l'illustre la figure 4.1, dans chaque capteur de caméra, il y a trois phases : la première est la détection des incendies avec le modèle YCbCr et la deuxième est la compression de l'image avec la technique SPIHT, le troisième est transférez l'image obtenue en utilisant un protocole de routage.

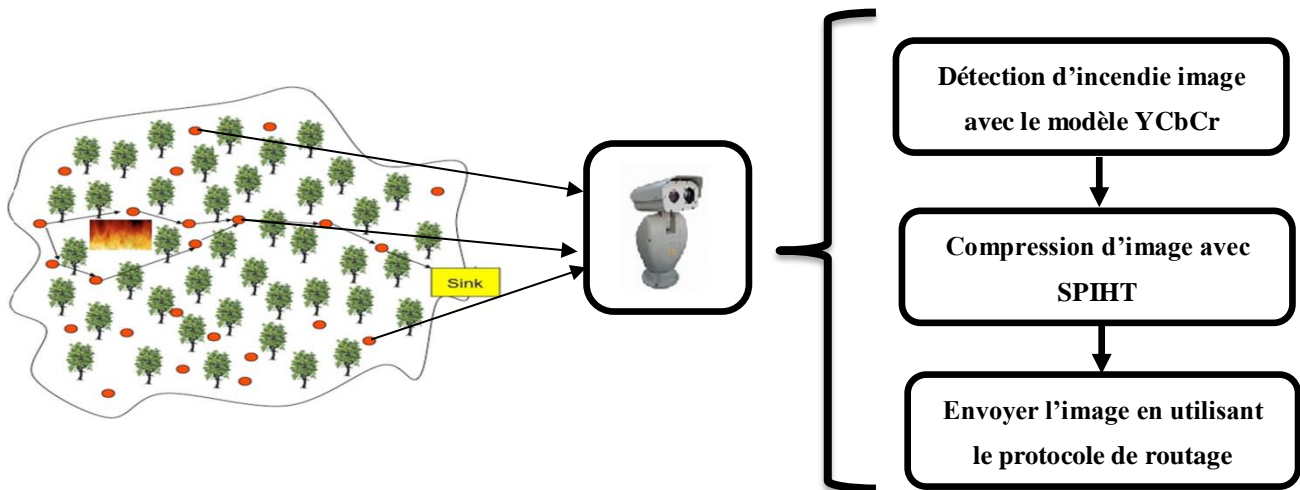


Figure 4.1 Schéma générale de système proposé.

4.3 Architecture détaillé de système

Notre système contient trois phase essentiel , nous expliquerons chaque phase en détail dans cette section.

4.3.1 Détection des incendies à l'aide du modèle YCbCr

Dans cette section, nous proposons un modèle de couleur YCbCr pour la classification des unités de pixels d'incendie en utilisant les caractéristiques statistiques de l'image d'incendie comme la moyenne et l'écart-type , parce que la relation entre les pixels dans l'espace de couleur YCbCr est plus que d'autres modèles de couleurs, où le centre de la flamme est aussi blanc que le nuage.

La méthode de détection YCbCr utilise l'espace de couleur YCbCr. depuis l'espace de couleur YCbCr divise luminance et chrominance détail plutôt que d'autres espaces de couleur, pour convertir de RGB en YCbCr :

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2568 & 0.5041 & 0.0979 \\ -0.1482 & -0.2910 & 0.4392 \\ 0.4392 & -0.3678 & -0.0714 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

Où Y est la composante de luminance, Cb est la composante bleue de chrominance et Cr est la composante rouge de chrominance.

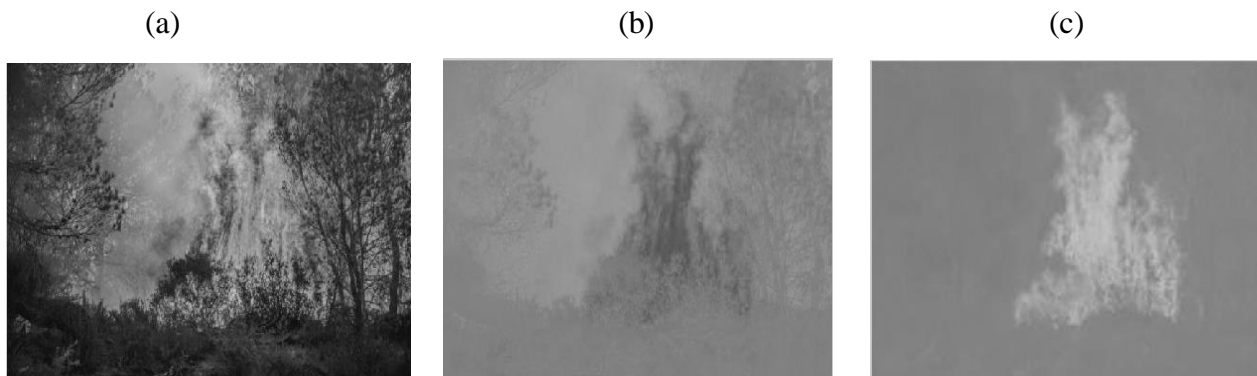


Figure 4.2 (a) composante Y (b) chrominance Blue Cb (c) chrominance rouge Cr.

Nous trouverons les valeurs moyennes des trois composants (Y, Cb et Cr) dans l'espace de couleur YCbCr , et on a aussi besoin d'un calculer l'écart-type de Cr. pour l'image donnée comme suit :

$$Y_{moyenne} = \frac{1}{M*N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N Y(x, y)$$

$$Cb_{moyenne} = \frac{1}{M*N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N Cb(x, y)$$

$$Cr_{moyenne} = \frac{1}{M*N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N Cr(x, y)$$

$$Cr_{std} = \sqrt{\frac{1}{M * N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (Cr(x, y) - Cr_{moyenne})^2}$$

Où $Y_{moyenne}$, $Cb_{moyenne}$, et $Cr_{moyenne}$ sont les valeurs moyennes des canaux YCbCr ; $Y(x, y)$, $Cb(x, y)$, et $Cr(x, y)$ sont les valeurs des canaux YCbCr pour le pixel à un emplacement spécifique (x, y) ; et $N*M$ est le nombre total de pixels.

Quatre règles (Règle 1, Règle 2, Règle 3 et Règle 4) sont établies pour la classification des pixels d'incendie. les règles 1 et 2 sont utilisées pour la segmentation de la zone de flamme,. La règle 3 et la règle 4 sont utilisées pour segmenter les pixels centraux d'incendie (région à haute température) , enfin, les images obtenues en respectant les Règles 1 et 2, ainsi que les images obtenues en respectant les Règles 3 et 4, sont combinées pour produire l'image d'incendie véritable. [32] , notre système comporte quatre étapes pour détecter l'incendie .

Etape 01 : Nous traitons d'abord d'une image d'entrée RGB qui sera convertie en une image YCbCr puis calculons l'écart moyen et standard de l'image obtenue pour les valeurs Y, Cb, Cr.

Etape 02 : Si la première règle est remplie avec succès, le système appliquera la deuxième règle à l'image obtenue dans la première règle, si la condition n'est pas remplie, alors la troisième règle et la quatrième règle sera appliquée à l'image YCbCr obtenue dans la règle 2.

Etape 03 : Lorsque la règle 3 et la règle 4 sont appliquées avec succès, alors nous obtiendrons des pixels blancs au centre du feu, si aucune des règles précédentes n'est appliquée, alors nous pouvons dire que l'image entrée ne contient pas d'incendie.

Etape 04 : Lorsque vous collectez l'image de YCbCr obtenue à partir de la première et de la deuxième règle avec l'image de YCbCr obtenue à partir de la troisième et de la quatrième règle, alors nous pouvons obtenir l'image de la zone d'incendie réelle et ainsi activer l'alarme incendie. la figure 4.3 montre tout ce qui précède.

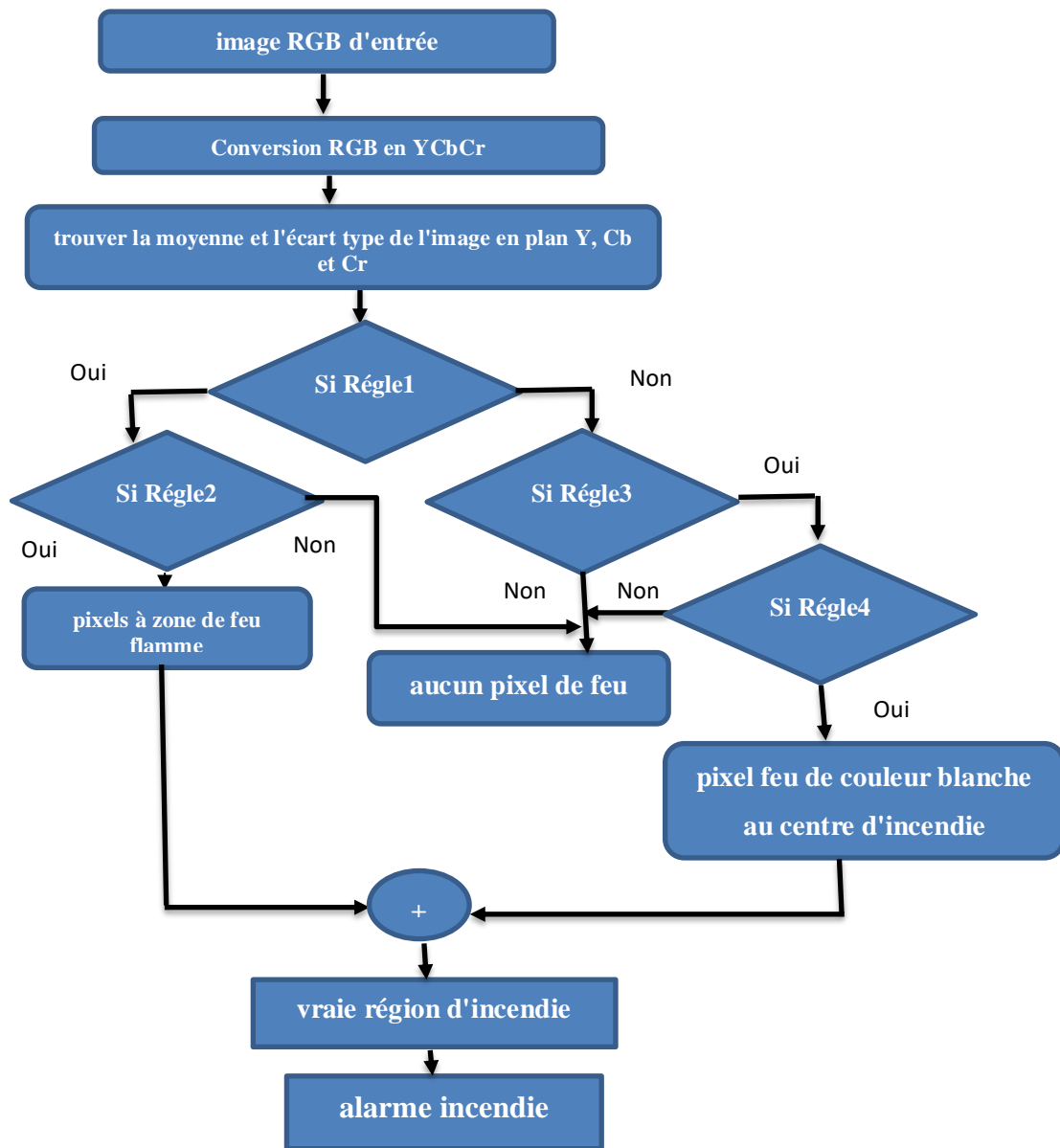


Figure 4.3 Organigramme du système de détection d'incendie.

4.3.2 Compression d'image avec SPIHT

Dans cette section, nous allons afficher l'algorithme SPIHT en plus de la structure organisationnelle de cet algorithme, et à la fin nous allons passer en revue un exemple de ce codage , avant tout, examinons le modèle général utilisé dans cette étude pour la compression d'images comme le montre la figure 4.4 , le programmeur SPIHT est le schéma ci-dessous, la moitié supérieure indiquant la décomposition, tandis que la moitié inférieure reflète la reconstruction. l'image originale est insérée dans le bloc DWT, qui produit les coefficients d'onde de l'image originale Il est ensuite envoyé au cryptage spiht, qui cryptera les données chiffrées et les donnera sous forme de pétales fluides, puis envoyé à l'unité de décryptage spiht responsable du décryptage des bits fluides et de l'envoyer à l'IDWT, qui à son tour reconstruira l'image.

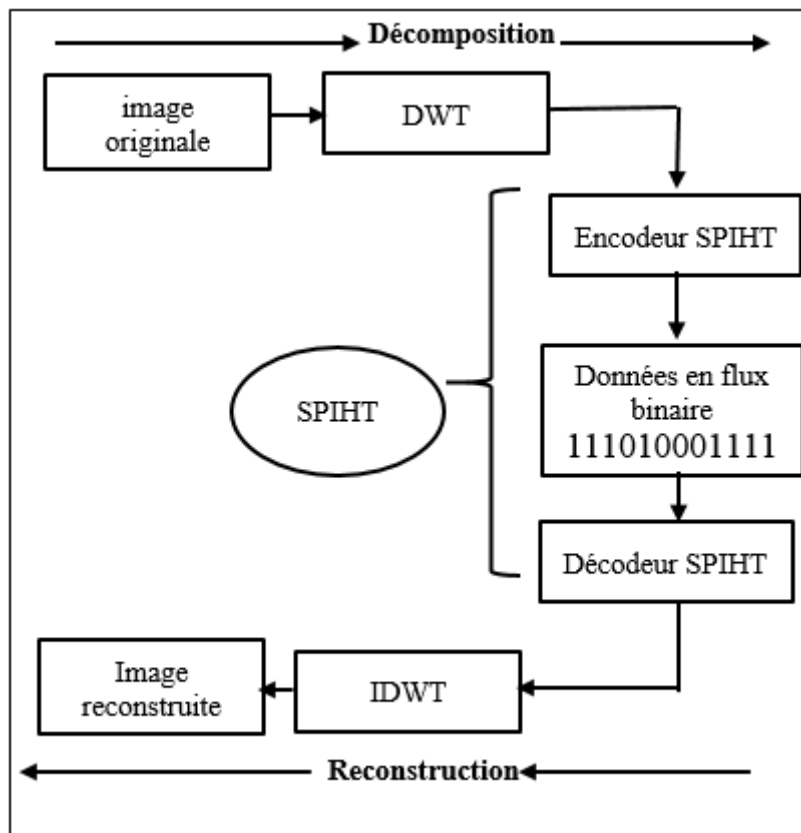


Figure 4.4 modèle général utilisé pour la compression d'image.

4.3.2.1 Algorithme du SPIHT

Dans le deuxième chapitre, nous avons identifié les trois listes de coefficients pour le processus d'encodage complet dans l'algorithme SPIHT : liste des pixels non significatifs (LIP), liste des pixels significatifs (LSP) et liste des ensembles non significatifs (LIS). ainsi que les ensembles de coordonnées suivants sont nécessaires dans l'explication: O (i, j) , D (i, j) et L (i, j)

La fonction de signification est définie comme suit:

$$\theta_{T_n}(F) = \begin{cases} 1 & \text{si } |c_{i,j}| \geq T_n \\ 0 & \text{si non} \end{cases} \quad |c_{i,j}|: \text{ la valeur du coefficient aux coordonnées (i, j)}$$

a. Initialisation

$$n = \lceil \log_2(\max_{(i,j)} \{|c_{i,j}|\}) \rceil \quad \Leftrightarrow \quad T_n = 2^n$$

LSP= \emptyset ; LIP= $\{(i,j) \in \text{LCA}\}$. LSP a les mêmes coefficients que LIP, à l'exception de ceux qui sont descendants. Où LCA la racine de l'arbre en coefficients 2*2 adjacents.

b. passe de tri

b.1) pour chaque entrée (i, j) \in LIP faire

b.1.1) sortir $\theta_{T_n}(i, j)$;

b.1.2) si $\theta_{T_n}(i, j) = 1$ alors déplacer (i,j) vers le LSP et sortir le signe de $c_{i,j}$

b.2) pour chaque entrée (i, j) \in LIS faire

b.2.1) si l'entree de type A alors

- sortir $\theta_{T_n}(D(i,j))$;
- si $\theta_{T_n}(D(i,j)) = 1$ alors
 - pour chaque $(x,y) \in O(i,j)$ faire
sortir $\theta_{T_n}(x,y)$;

si $\theta_{T_n}(x,y) = 1$ alors ajouter (x,y) vers le LSP et sortir le signe de $c_{x,y}$

si $\theta T_n(x,y) = 0$ alors ajouter (x,y) dans la fin de LIS

si $L(i,j) \neq \emptyset$ alors déplacer (i,j) vers la fin de LIS , comme une entrée de type B et passez à l'étape b.2.2 sinon supprimer l'entrée (i, j) du LIS ;

b.2.2) si l'entree de type B alors

- sortir $\theta T_n(L(i,j))$;
- si $\theta T_n(L(i,j)) = 1$ alors
ajouter chacun $(x,y) \in O(i,j)$ à la fin de LIS comme une entrée de type A
supprimer (i,j) du LIS ;

c. Passe de raffinement

pour chaque entrée (i,j) dans le LSP, à l'exception de celles incluses dans la dernière passe de tri (c'est-à-dire avec le même n) ,sortir le nième bit le plus significatif de $|C_{i,j}|$.

d. mise à jour de l'étape de quantization

décrémente n par 1 et passe à l'étape b.

4.3.2.2 Organigramme de l'algorithme SPIHT

La figure 4.5 illustre la structure organisationnelle de l'algorithme spiht, où toutes les phases et instructions de cet algorithme sont détaillées.

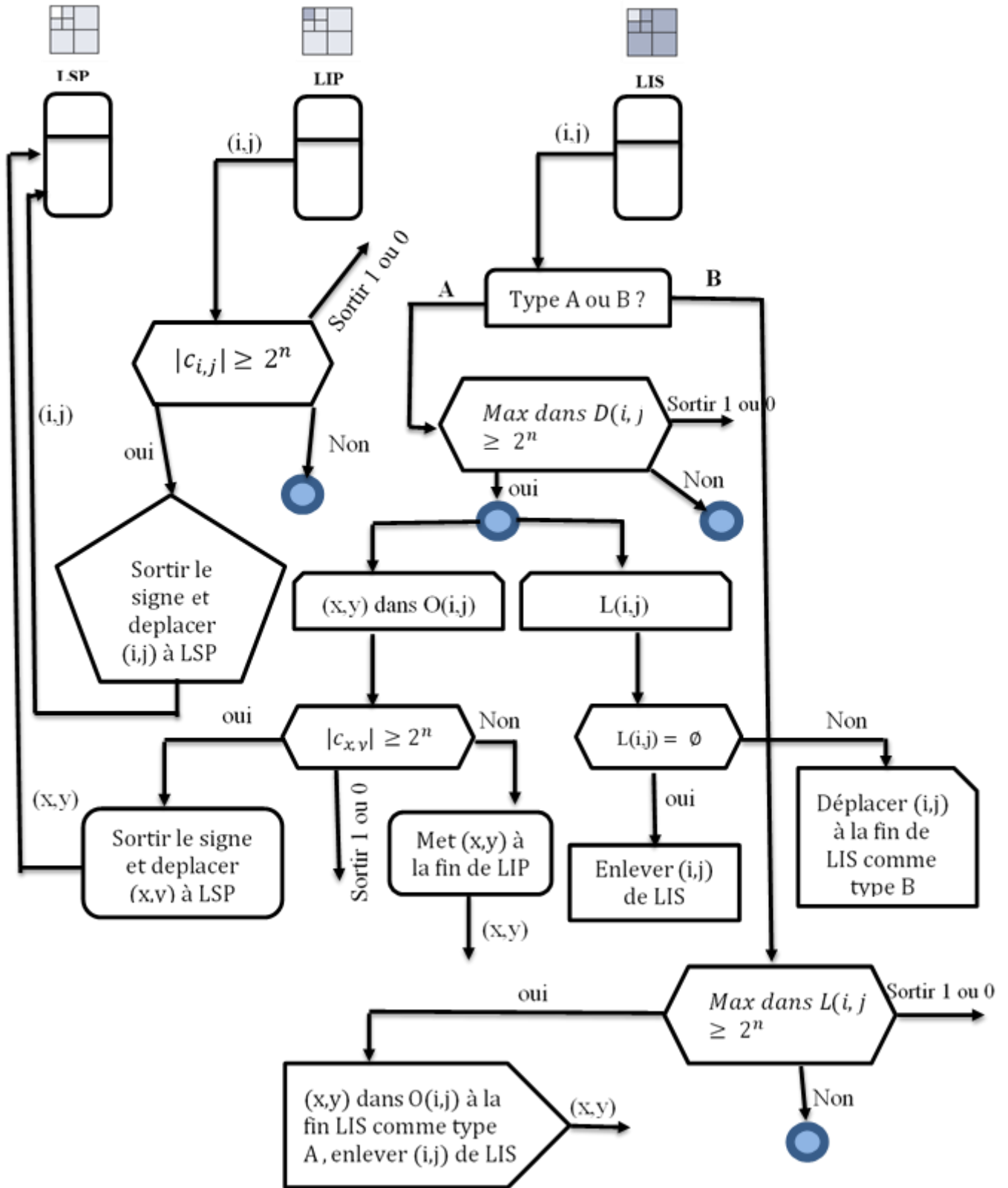


Figure 4.5 Organigramme de l'algorithme SPIHT.

4.3.2.3 Exemple de travail

26	6	13	10
-7	7	6	4
4	-4	4	-3
2	-2	-2	0

Figure 4.6 Coefficients d'ondelettes de l'image.

Nous passons par trois passages à l'encodeur et générons le flux binaire transmis , avant tout il faut calculer La valeur de n , $n = \lceil \log_2(\max_{(i,j)} \{|c_{i,j}|\}) \rceil = 4$ et trouver la valeur de seuil(threshold) $T0 = 2^n = 16$.

Première passe

Les trois listes de l'encodeur sont :

- LIP: $\{(0, 0) \rightarrow 26; (0, 1) \rightarrow 6; (1, 0) \rightarrow -7; (1, 1) \rightarrow 7\}$
- LIS: $\{(0, 1)D; (1, 0)D; (1, 1)D; \}$
- LSP: $\{\}$

Nous examinons le contenu de LIP. Le coefficient à l'emplacement (0,0) est supérieur à 16, donc il est significatif et on transmet un 1, puis un 0 pour indiquer que le coefficient est positif et déplacer la coordonnée (0,0) comme première entrée dans LSP.

Les trois coefficients suivants dans la liste LIP sont tous insignifiants (en valeur absolue inférieure au seuil 16). nous transmettons un 0 pour chaque coefficient et les laissons dans LIP.

L'étape suivante consiste à examiner le contenu de LIS. en regardant les descendants du coefficient à l'emplacement (0,1) (13,10,6, et 4), nous voyons qu'aucun d'eux n'est significatif à cette valeur du seuil, donc nous transmettons un 0 . en regardant les descendants de (1,0) et (1,1) nous voyons qu'aucun n'est significatif à cette valeur du seuil, donc nous transmettons un 0 pour chaque ensemble .

Dans la passe de raffinement nous ne faisons rien, puisqu'il n'y a pas d'éléments de la passe précédente dans LSP.

Nous avons transmis 8 bits à la fin de cette passe :

1	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

et les trois listes sont maintenant :

– LIP: { (0, 1) → 6; (1, 0) → -7; (1, 1) → 7 }

– LIS: { (0, 1)D; (1, 0)D; (1, 1)D; }

– LSP: { (0, 0) → 26 }

Deuxième passe

Nous décrétons n à 3, le seuil est maintenant $2^3 = 8$.

Nous examinons d'abord le contenu de LIP. Chacun est insignifiant à ce seuil, donc nous transmettons trois zéros.

Nous examinons ensuite le contenu du LIS. les descendants du coefficient à l'emplacement (0, 1) sont 13, 10, 6, 4, les deux premiers étant significatifs, l'ensemble D(0, 1) est significatif. nous transmettons un 1 pour cela et examinons les descendants du coefficient à l'emplacement (0, 1). le premier au printemps est positif significatif, nous transmettons un 1 suivi d'un 0. la même chose se produit avec la deuxième progéniture, donc nous envoyons un autre 1 suivi de 0. nous déplaçons également les coordonnées de ces deux coefficients vers LSP. les deux descendants suivants sont tous deux insignifiants, donc nous transmettons un 0 pour chacun et les déplaçons vers LIP. comme $L(0, 1) = \{ \}$, nous supprimons (0, 1)D de LIS.

En regardant les autres éléments de LIS, les deux sont insignifiants, donc nous envoyons un 0 pour chaque.

Dans la passe de raffinement nous examinons le contenu de LSP de la passe précédente. il n'y a qu'un seul élément, avec la valeur 26. le troisième bit le plus significatif de 26 est 1, donc nous transmettons un 1 ($26_{10} = 11010_2$ a les bits : $b_4 = 1, b_3 = 1, b_2 = 0, b_1 = 1, b_0 = 0$).

Dans cette deuxième passe, nous avons transmis 13 bits :

0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

et les trois listes sont maintenant :

- LIP: { (0, 1) → 6; (1, 0) → -7; (1, 1) → 7; (1, 2) → 6; (1, 3) → 4 }
- LIS: { (1, 0)D; (1, 1)D; }
- LSP: { (0, 0) → 26 ; (0, 2) → 13 ; (0, 3) → 10 }

Troisième passe

Nous décrétons n à 2, le seuil est maintenant $2^2 = 4$. Les bits envoyés pendant cette passe sont :

1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

et la liste à la fin de la passe sont :

- LIP: { (3, 0) → 2; (3, 1) → -2; (2, 3) → -3; (3, 2) → -2; (3, 3) → 0 }
- LIS: { }
- LSP: { (0, 0) → 26; (0, 2) → 13; (0, 3) → 10; (0, 1) → 6; (1, 0) → -7; (1, 1) → 7; (1, 2) → 6; (1, 3) → 4; (2, 0) → 4; (2, 1) → -4; (2, 2) → 4; }

4.3.3 La transmission des données :

Notre adaptation du protocole LEACH concerne spécialement l'étape de clustering ou le choix de nombre de clusters et leurs CHs . Au lieu d'utiliser le choix aléatoire de cluster et leur CHs , on va utiliser le '*clustering*' on utilisant la méthode k-means et la distance entre les nœuds et l'énergie résiduel. Le '*clustering*' k-means est une méthode de qui donne une meilleure partition avec séparation du cluster.

4.3.3.1 Définition de clustering partitionnel

Regrouper n individus en k classes de telle sorte que les individus d'une même classe soient le plus semblables possible et que les classes soient bien séparées en satisfaisant aux exigences suivantes :

- ❖ Chaque groupe contient au moins un point.
- ❖ Chaque point appartient exactement à un groupe.

4.3.3.2 Les types de clustering partitionnel

Il existe de nombreuses méthodes pour le '*clustering*' de partitionnement ,les plus connus sont: K-MEANS, FUZZY C- MEANS , K-MEDOID , C-MEANS .

4.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons proposé un modèle pour la détection d'incendie ainsi que la compression d'image par le modèle YCbCr et la méthode de compression SPIHT , et nous avons mis en évidence nos différentes contributions basées sur ces méthodes , et aussi présenté le protocole de routage utilisé pour la transmission des données.

*Chapitre 05. Implémentation et résultats
d'expérimentation*

5.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats en détail sur le niveau de performance du système en termes de méthode proposée de détection d'incendie des forêts à travers l'espace colorimétrique YCbCr, ainsi qu'en termes d'images compressées avec SPIHT, où nous utiliserons des images avec des dimensions 512*512, Dans chaque pixel se trouve un code 8 bits, et aussi les résultats de protocole de routage K-LEACH avant et après la méthode de compression.

Le processus de la détection et la compression a été exécuté sur un PC avec processeur Intel I3-5005U de fréquence 2.00 GHz, et une mémoire RAM de 8 GO et travaillé sur système d'exploitation Windows 10 de type 64 bits, et l'environnement d'implémentation que nous avons choisi est MATLAB R2013a.

Les Différents tests ont été réalisés sur deux images d'incendie des forêts ainsi qu'afficher la qualité d'image obtenu de chaque test avec des différents niveaux de décomposition.



Figure 5.1 (a) image originale 1 utilisé (b)image originale 2 utilisé.

5.2 Choix du langage et de l'environnement d'implémentation

-**MATLAB R2013a** est un langage de script destiné à la création de prototypes rapides dans le domaine de la mécanique, hydraulique et électronique, il permet également aux ingénieurs financiers et aux informaticiens de traiter des photographies, des enregistrements et des signaux en temps réel ou différé [33].

5.3 Application et résultats d'expérimentation

Dans notre système, nous avons deux phases pour extraire les résultats expérimentaux en détail, le premier phase est la détection d'incendie des forêts par YCbCr en utilise les 04 règle décrites au chapitre 4 ,la deuxième phase est la compression d'image avec SPIHT.

5.3.1 Phase de détection d'incendie des forêts

Tout d'abord, nous montrerons notre système normalement avant la détection de l'incendie, où le premier axe représente l'image originale et le deuxième axe représente l'extraction d'incendie la figure 5.2 montre tout ce qui précède.

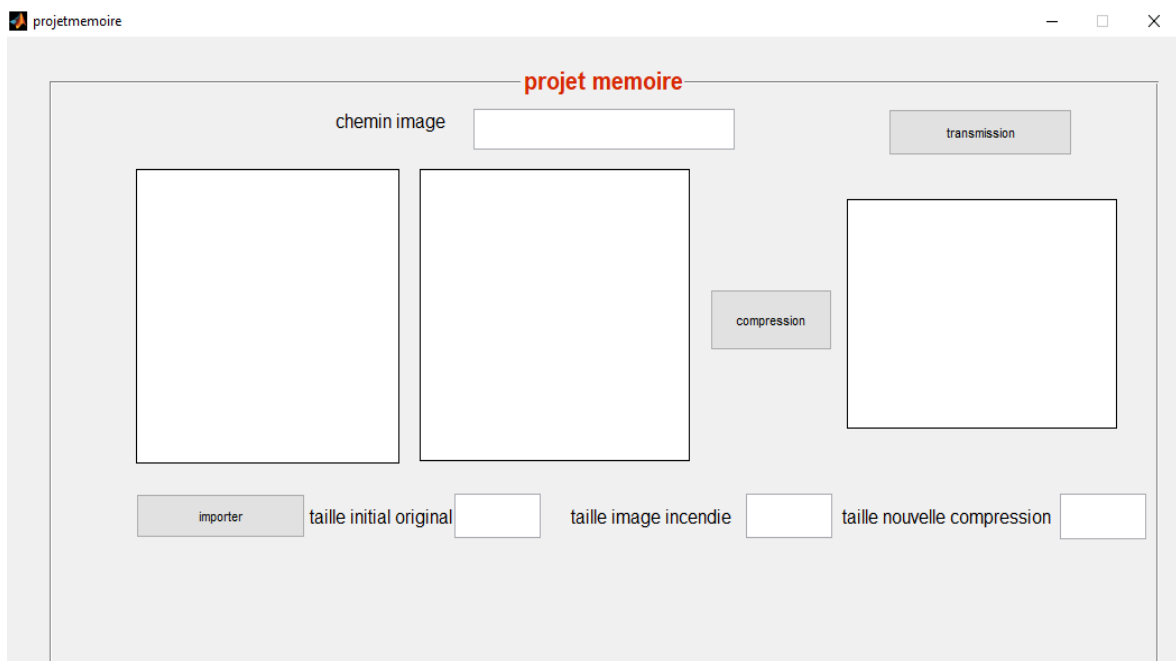


Figure 5.2 L'interface principale de notre système avant la détection de l'incendie de l'image originale 1.

Lorsque clique sur le bouton importer va ouvrir une fenêtre de choisir une image des incendies de forêt (on choisit l'image originale 01 utilisé) et clique sur ouvrir pour faire le processus de d'extraction d'incendie, nous notons que la taille originale de l'image est de 221 Ko et que l'image obtenue lors de la détection d'incendie est de 79 ko. la figure 5.3 illustre tout ce qui précède.

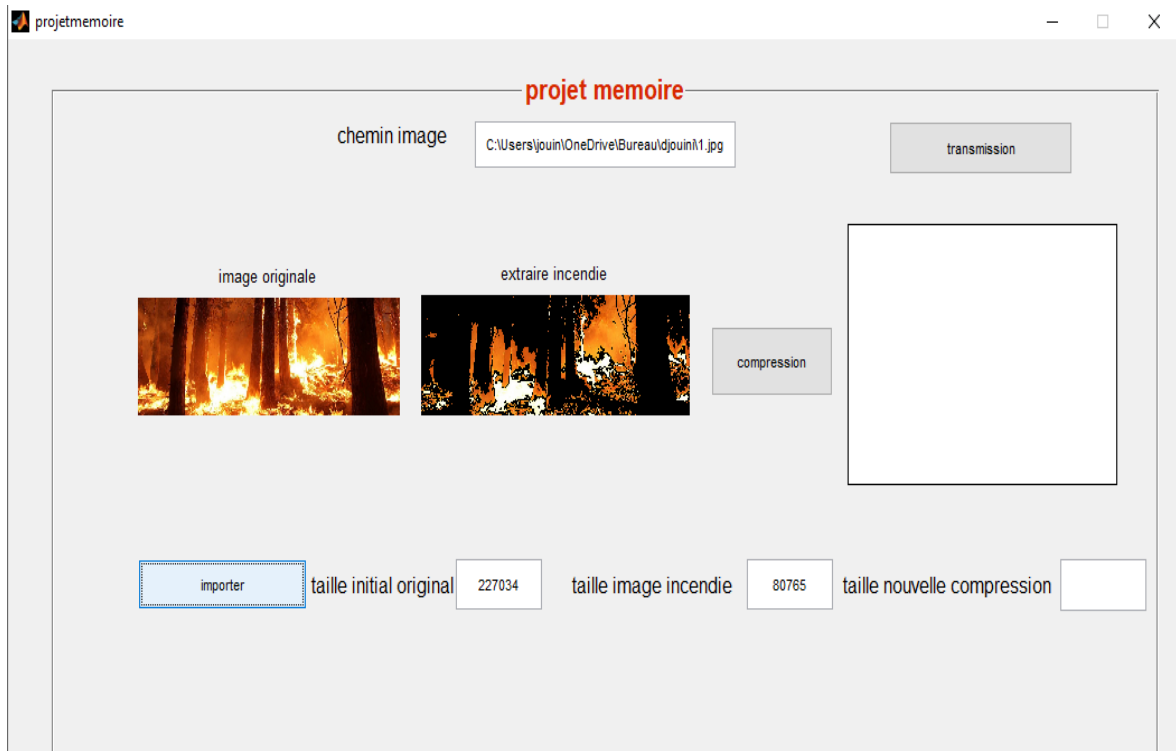


Figure 5.3 L'interface principale de notre système après la détection de l'incendie de l'image originale 1.

La méthode proposée segmente efficacement les flammes et le centre d'incendie à haute température (région de couleur blanche) avec un taux de détection plus élevé et un taux de fausse détection plus faible, en utilisant les 04 règles suivant :

Règle 01 : Définit l'espace couleur RGB, c'est-à-dire que $R > G > B$ peut être converti en espace couleur YCbCr si $Cb < Y$.

Règle 02 : Étant donné que la zone de la flamme est la zone la plus lumineuse de la scène et que la composante rouge de la chrominance (Cr) dans la zone de la flamme est plus grande, la valeur moyenne des canaux Y et Cr dans toute l'image ($Y_{moyenne}$ et $Cr_{moyenne}$) contient des informations précieuses, Donc cette règle se réalise si $(Y > Y_{moyenne})$ et $(Cr > Cr_{moyenne})$.

Règle 03 : À des températures élevées, le centre de la zone d'incendie apparaît lumineux. Cela indique que la composante rouge de chrominance est très faible et que la composante bleue de chrominance est élevée au centre d'incendie, la règle 03 se réalise si $(Y > Cr)$ et $(Cb > Cr)$.

Règle 04 : Lors de la segmentation du centre d'incendie basée sur la luminance, certaines régions de couleur blanche de l'image d'entrée, comme les nuages et la fumée, sont segmentées. pour résoudre ce problème, la texture de la zone d'incendie est également incluse ,cette règle est incorporé l'écart-type de l'image pour le plan Cr c'est-à-dire Cr_{std} , pour réaliser cette règle il faut assurer que $Cr < (7.4 * Cr_{std})$.

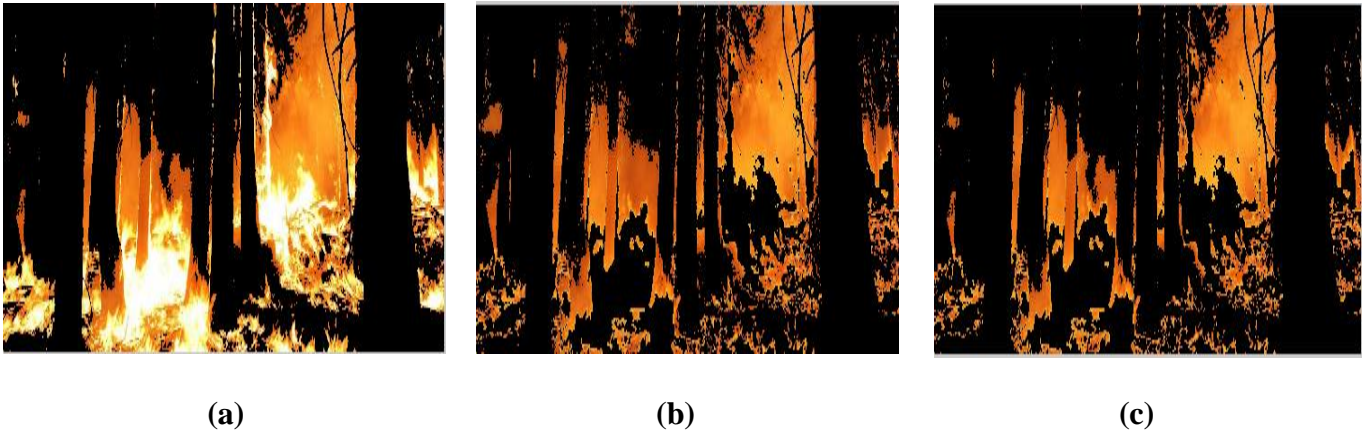


Figure 5.4 La flamme d'incendie segmentée dans l'image originale 1 utilisé en satisfaisant (a) la règle 1 (b)la règle 2(c) satisfaisant la règle 1 et règle 2.

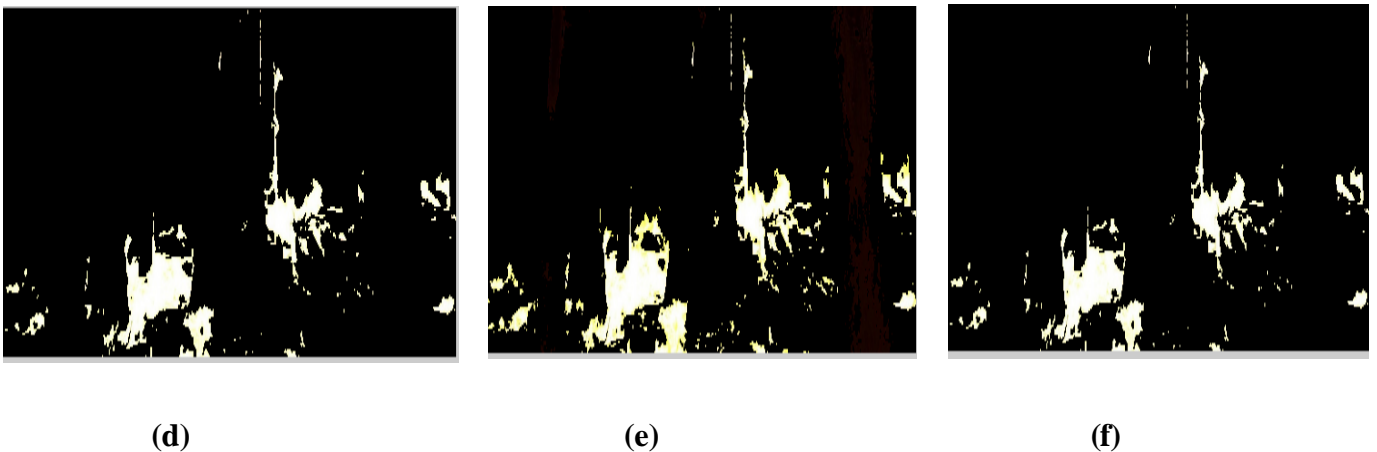


Figure 5.5 La flamme d'incendie segmentée dans l'image originale 1 en satisfaisant (d) la règle 3 (e) la règle 4 (f) la règle 3 et règle 4.

Nous utiliserons le même processus dans l'image originale 2 où nous remarquons que la taille originale de l'image est de 55.6 Ko et que l'image obtenue lors de la détection d'incendie est de 23 ko.

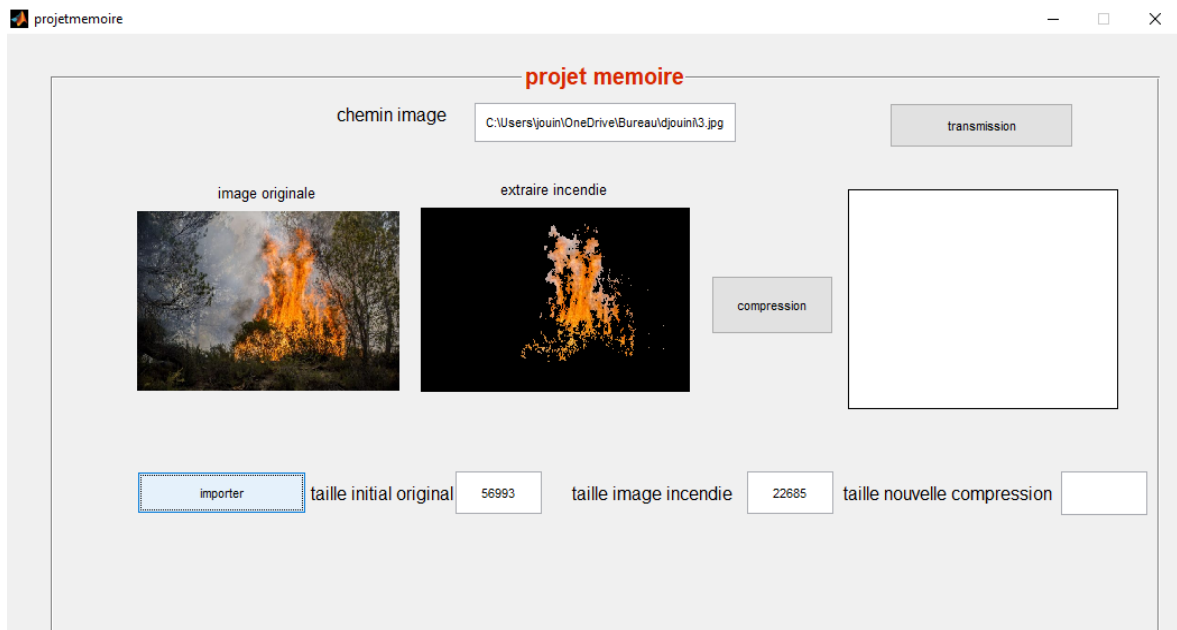
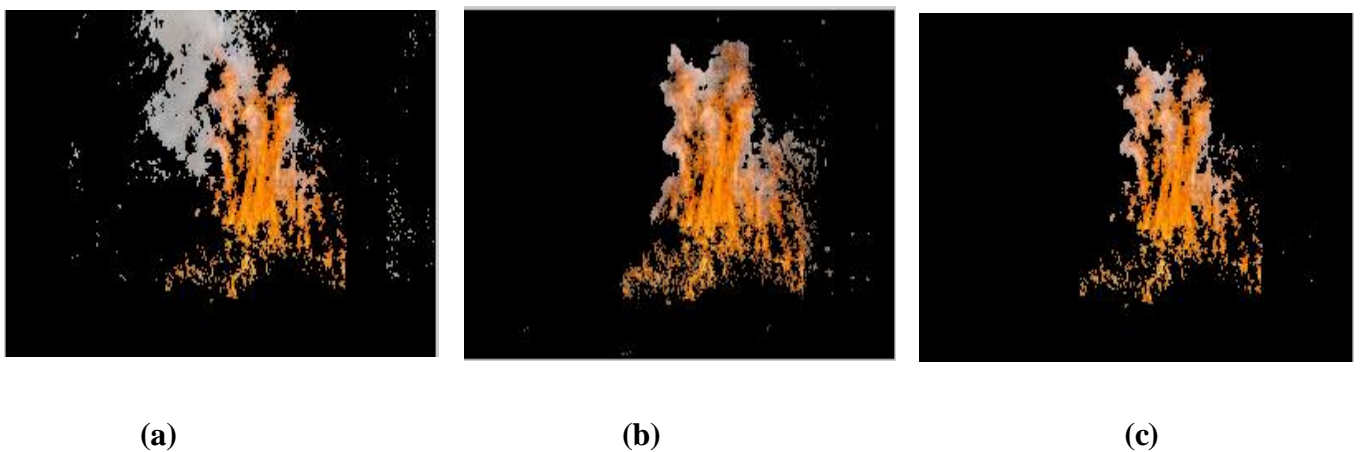


Figure 5.6 L'interface principale de notre système après la détection de l'incendie de l'image originale 2.

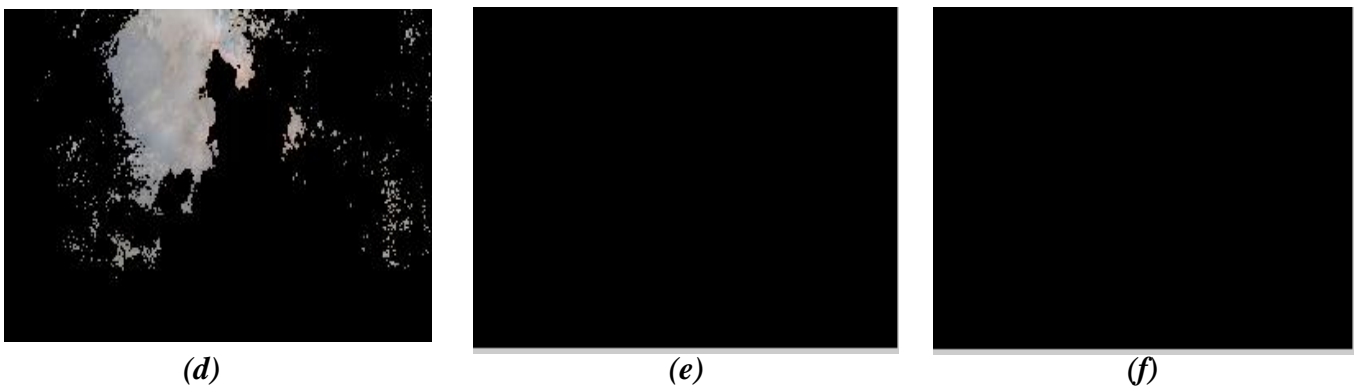


(a)

(b)

(c)

Figure 5.7 La flamme d'incendie segmentée dans l'image originale 2 utilisé en satisfaisant (a) la règle 1 (b) la règle 2 (c) satisfaisant la règle 1 et règle 2.



(d)

(e)

(f)

Figure 5.8 La flamme d'incendie segmentée dans l'image originale 2 en satisfaisant (d) la règle 3 (e) la règle 4 (f) la règle 3 et règle 4.

5.3.2 Phase de compression d'image avec SPIHT

Le tableau 5.4 présente les différents résultats obtenus lors de l'exécution de l'algorithme compression SPIHT sur 4 images d'incendie des forêts avec des différents niveaux de décomposition (5,7,9).





Numéro image	image	Taille originale image	Niveau de décomposition	La taille de l'image
Image 01		56993 octets	L =5	4148 octets
			L=7	4237 octets
			L=9	4196 octets
Image 02		227034 octets	L =5	5705 octets
			L=7	5864 octets
			L=9	5862 octets
Image 03		129231 octets	L =5	4895 octets
			L=7	4917 octets
			L=9	4920 octets
Image 04		33136 octets	L =5	5243 octets
			L=7	5261 octets
			L=9	5259 octets

Tableau 5.1 Les résultats de compression SPIHT sur différents niveaux de décomposition.

D'après le tableau 5.4, nous constatons que le meilleur niveau de décomposition est lorsque $L = 5$ pour envoyer l'image, les figures suivant illustre les résultats de compression à travers les images originale 1 et 2 :

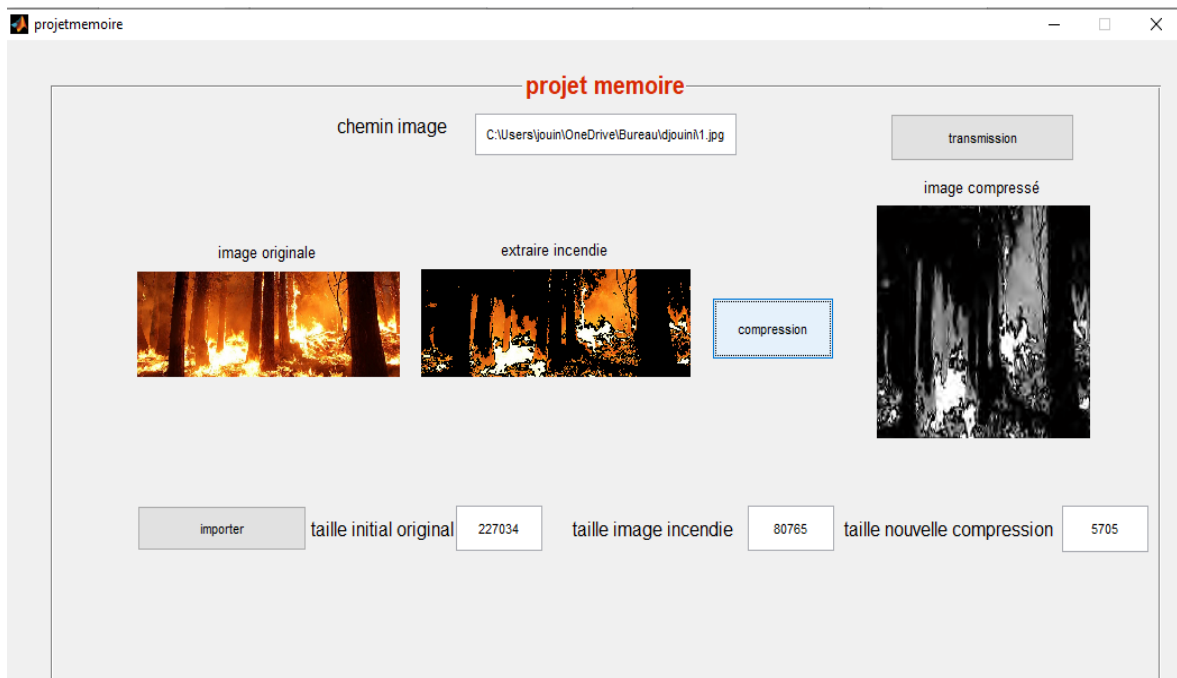


Figure 5.9 L'interface principale de notre système après la compression d'image avec SPIHT de l'image originale 1.

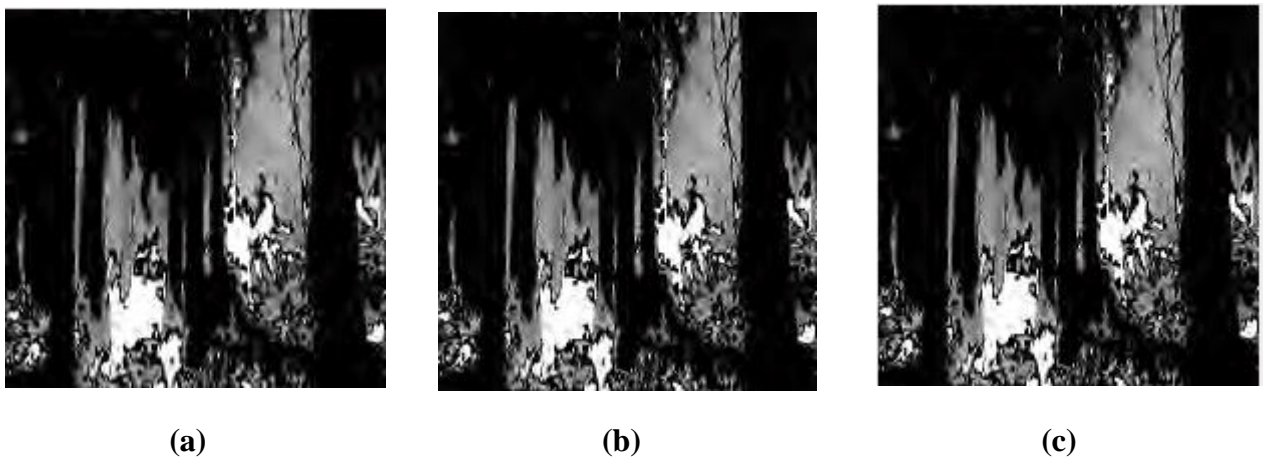


Figure 5.10 Compression d'image originale 1 avec différents niveaux de compression.

- (a) Image originale 1 Avec niveaux de décomposition $L = 5$.
- (b) Image originale 1 Avec niveaux de décomposition $L = 7$.
- (c) Image originale 1 Avec niveaux de décomposition $L = 9$.

Les mêmes procédures s'appliqueront à l'image originale 2

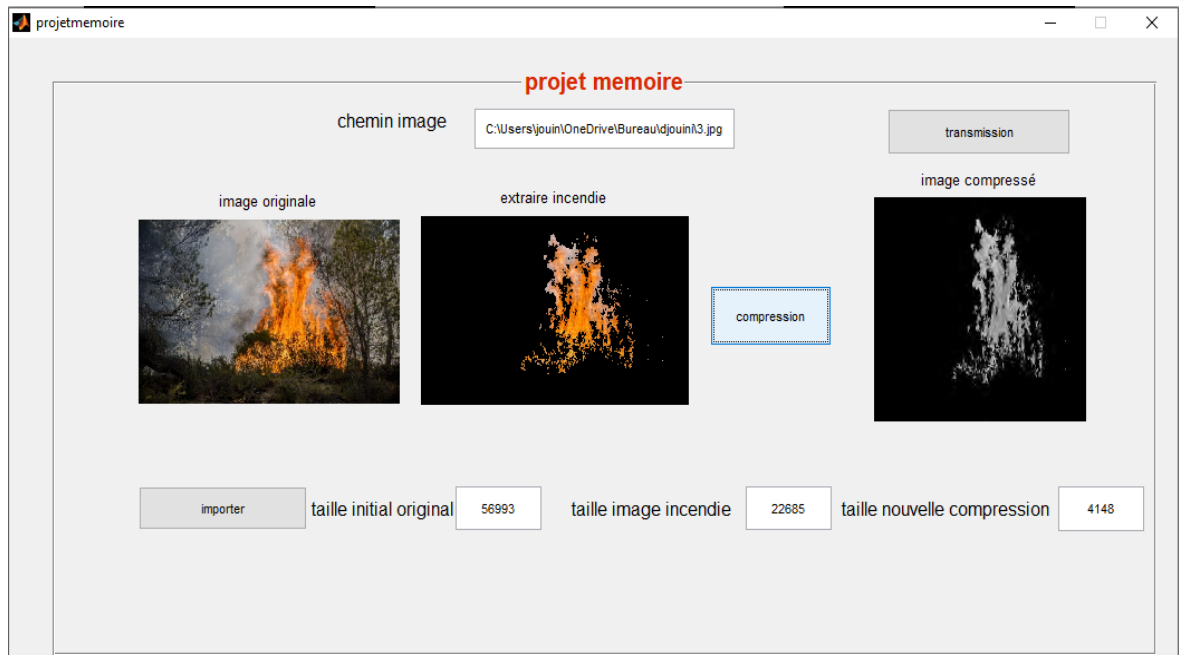
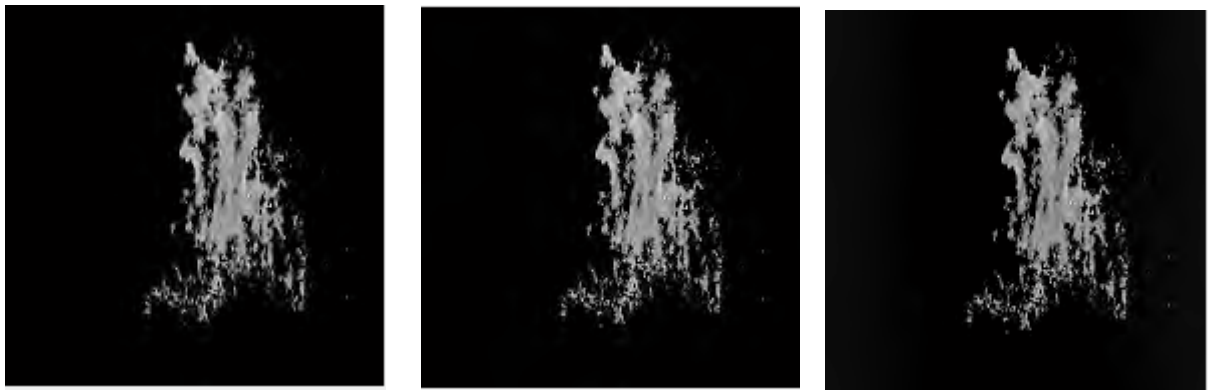


Figure 5.11 L'interface principale de notre système après la compression d'image avec SPIHT de l'image originale 2.



(a)

(b)

(c)

Figure 5.12 Compression d'image originale 2 avec différents niveaux de compression.

- (a) Image originale 2 Avec niveaux de décomposition $L = 5$.
- (b) Image originale 2 Avec niveaux de décomposition $L = 7$.
- (c) Image originale 2 Avec niveaux de décomposition $L = 9$.

5.3.3 Phase de transmission

Notre modèle d'expérimentation est établi 50 nœuds répartis aléatoirement sur une surface carrée de 100 x 100 m² et une station de base (grand triangle vert) est présentée par la figure suivante :

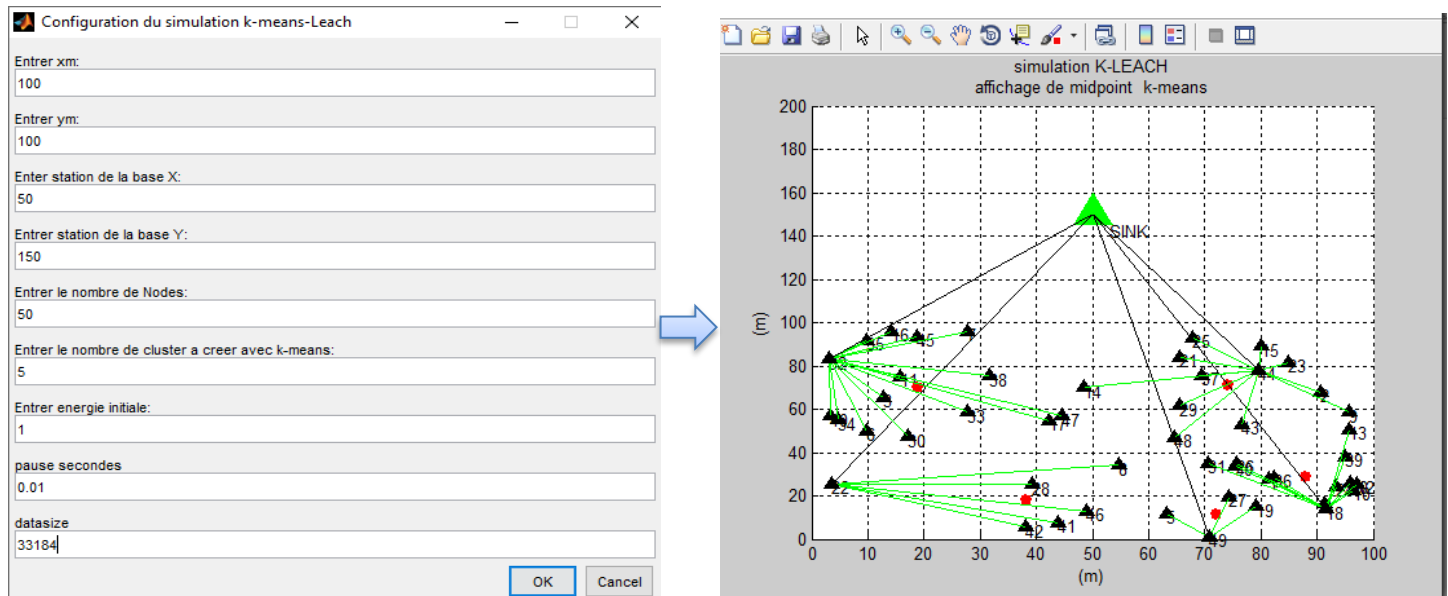


Figure 5.13 Les paramètres de simulation pour la formation des clusters

Nous avons comparé le nombre des nœuds morts des premières, dixièmes et dernières avant et après le processus de compression d'image en utilisant 04 images d'incendie des forêts d'une taille différente, où nous remarquons que la durée de vie de la grille augmente lorsque nous appliquons le processus de compression d'image SPIHT avec niveau de décomposition L=5, Les tableaux 5 et 6 représentent tous les résultats comparatifs en utilisant le protocole de routage K-LEACH.







Image	Taille sans compression	première mort dans ronde	dixième mort dans ronde	toute mort dans ronde
	56993 octets	7	14	40
	227034 octets	3	5	11
	129231 octets	4	7	19
	33136 octets	14	32	69

Tableau 5.2 Nombre des noeuds mort « premier, dixième, dernier » sans compression.

Image	Taille avec compression	première mort dans ronde	dixième mort dans ronde	toute mort dans ronde
	4148 octets	108	273	540
	5705 octets	77	165	390



	4895 octets	118	212	451
	5243 octets	65	163	419

Tableau 5.3 Nombre des noeuds mort « premier, dixième, dernier » avec compression.

Après l'analyse des résultats des deux tableaux (tableau 5.2 et tableau 5.3), on a constaté que la technique de compression SPHIT a fait une bonne amélioration au niveau de la durée de vie de RCMSF. Par exemple pour transmettre l'image n 1 sans compression le dernier nœud de réseau sera mort après 40 rounds, par contre quand on utilisera le même image compressé les derniers nœuds seront morts après 540 rounds.

		round première capteur mort	round dixième capteur mort	round dernière capteur mort
Image 1	Transmission Sans Compression	7	14	40
	Transmission Avec Compression	108	273	540

Tableau 5.4 Transmission avec et sans perte pour l'image originale2

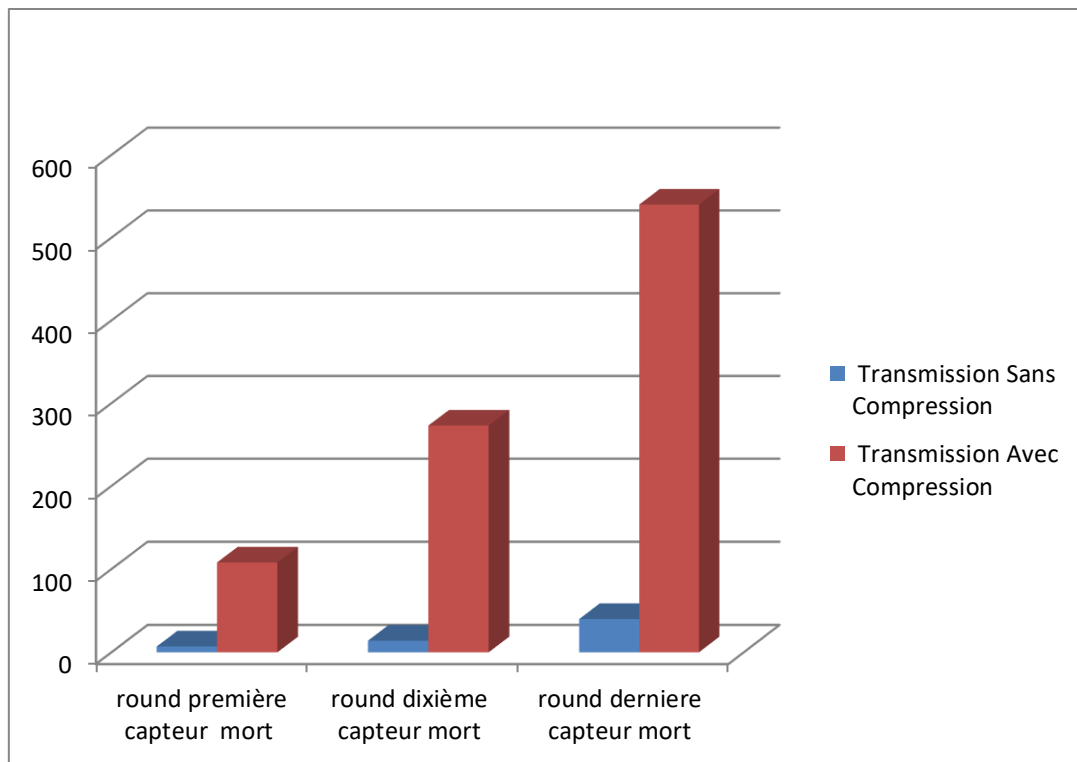


Figure 5.14 durée de vie de RCMSF en utilisant image originale 2 non compressé versus image compressé

Dans le graphe précédant on a vu que le premier capteur mort après 7 rounds si l'image transmise non compressé, par contre si on utilise la compression on le premier capteur sera vit jusqu'au round 108. c'est-à-dire on va survivre les réseaux environ 100 round plus.

5.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté et d'évaluer tous les résultats obtenus par la méthode de détection d'incendie proposée basé sur les 04 règles, ainsi que la méthode de compression d'image SPIHT avec des différents niveaux de décomposition L=5, L=7, L=9, où nous avons pu obtenir de bons résultats au niveau L=5 en termes meilleur compression de taille d'image, On a vu que les résultats de transmission avec protocole de routage K-LEACH en utilisant les images compressé donne une durée de vie plus long que l'envoi des images sans compression .

Conclusion Générale

Dans ce travail, nous avons étudié l'importance des réseaux de capteurs sans fil dans le processus de détection d'incendies des forêts, en développant un système de détection des incendies grâce à des images obtenues à partir de capteurs multimédias, ainsi que de compression d'images.

Dans notre étude, nous avons utilisé la méthode de compression *Set Partitioning In Hierarchical Tree* (SPIHT), qui a donné de bons résultats en termes taille d'image.

La méthode de détection d'incendie proposée, fondée sur quatre règles de base pour prédire en temps réel un éventuel départ d'incendie, en utilisant le modèle YCbCr.

Nous avons utilisé le protocole k-LEACH avec l'adaptation au niveau de phase de clustering par l'ajout de K-means pour la phase de transmission.

Notre système donne une bonne amélioration au niveau durée de vie environ 100 rounds.

Plusieurs perspectives peuvent être envisagées sur la base de ce travail. Nous les structurons comme suit :

- On peut ajouter un autre type des capteurs tel que de direction du vent pour estimer et localiser correctement le début de l'incendie.
- Comparer les résultats obtenue dans la phase de compression par SPHIT avec des autres méthodes tel que *subsampling*.
- Comparer les résultats obtenue dans la phase de transmission par K-LEACH avec des autres protocoles PEGASIS,ext.
- Essayer de réaliser une expérimentation réelle de notre système à l'aide de province forestière.

Bibliographie

[1] Labs, S. (2004). The Evolution of Wireless Sensor Networks. 1–5. [http://www.silabs.com/Support Documents/TechnicalDocs/evolution-of-wireless-sensor-networks.pdf](http://www.silabs.com/Support_Documents/TechnicalDocs/evolution-of-wireless-sensor-networks.pdf).

[2] Nack, F. (2010). An overview on wireless sensor networks technology. 1–8.

[3] Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: A survey. *Computer Networks*, 38(4), 393–422. [https://doi.org/10.1016/S1389-1286\(01\)00302-4](https://doi.org/10.1016/S1389-1286(01)00302-4)

[4] Akyildiz, Ian F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). A survey on sensor networks. *IEEE Communications Magazine*, 40(8), 102–105. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2002.1024422>

[5] Amina, B. (2010). Plateforme Basée Agents Pour l’Aide à la Conception et la Simulation des Réseaux de Capteurs Sans Fil. UNIVERSITE 20 AOUT 55 DE SKIKDA FACULTE..

[6] K , BEYDOUN. (2009). Conception d'un protocole de routage hiérarchique pour les réseaux de capteurs. Thèse de Doctorat. U.F.R des Sciences et Techniques de l'université de Franche-Comté.

[7] Warneke, B., Last, M., Liebowitz, B., & Pister, K. S. J. (2001). Smart dust: communicating with a cubic-millimeter computer. *Computer*, 34(1), 44–51. <https://doi.org/10.1109/2.895117>

[8] Nwankwo, W., Olayinka, A. S., & Ukhurebor, K. E. (2020). Nanoinformatics : Why Design of Projects on Nanomedicine Development and Clinical Applications may fail ? <https://doi.org/10.1109/ICMCECS47690.2020.246992>

[9] H. Chinh and Y. Tan,” Smart wireless sensor networks”, Rijeka, Croatia: InTech, pp. 182, 2010.

[10] IEEE Computer Society LAN MAN Standards Committee. "Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications." IEEE Standard 802.11- 1997 (1997).

[11] Sabrina, G. (2020). Adaptation un protocole de routage pour les réseaux de capteurs [Larbi Tebessi - TEBESSA].

[12] AlNuaimi, M., Sallabi, F., & Shuaib, K. (2011). A survey of wireless multimedia sensor networks: Challenges and solutions. 2011 International Conference on Innovations in Information Technology, IIT 2011, 191–196. <https://doi.org/10.1109/INNOVATIONS.2011.5893815>

[13] Garcia-Sanchez, A. J., Garcia-Sanchez, F., & Garcia-Haro, J. (2011). Wireless sensor network deployment for integrating video-surveillance and data-monitoring in precision agriculture over distributed crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(2), 288–303. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.12.005>

[14] Paek, J., Hicks, J., Coe, S., & Govindan, R. (2014). Image-based environmental monitoring sensor application using an embedded wireless sensor network. *Sensors (Switzerland)*, 14(9), 15981–16002. <https://doi.org/10.3390/s140915981>.

[15] Akyildiz, Ian F., Melodia, T., & Chowdhury, K. R. (2008). Wireless multimedia sensor networks: applications and testbeds. *Proceedings of the IEEE*, 96(10), 1588–1605. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2008.928756>

[16] Djazia, Z. (2006). Implementation d'un environnement parallele pour la compression d'images a l'aide des fractales. BATNA.

[17] Zaineldin, H., Elhosseini, M. A., & Ali, H. A. (2015). Image compression algorithms in wireless multimedia sensor networks: A survey. *Ain Shams Engineering Journal*, 6(2), 481–490. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2014.11.001>

[18] Lee, D. U., Kim, H., Rahimi, M., Estrin, D., & Villasenor, J. D. (2009). Energy-efficient image compression for resource-constrained platforms. *IEEE Transactions on Image Processing*, 18(9), 2100–2113. <https://doi.org/10.1109/TIP.2009.2022438>

[19] Bhattacharyya, P., Mitra, A., & Chatterjee, A. (2014). Vector quantization based image compression using generalized improved fuzzy clustering. *International Conference on Control, Instrumentation, Energy and Communication, CIEC 2014*, January, 662–666. <https://doi.org/10.1109/CIEC.2014.6959173>

[20] Liu, S., Zhang, Z., Qi, L., & Ma, M. (2016). A fractal image encoding method based on statistical loss used in agricultural image compression. *Multimedia Tools and Applications*, 75(23), 15525–15536. <https://doi.org/10.1007/s11042-014-2446-8>

[21] <http://www.imagenumerique.50webs.com/transformee%20DCT.html>,
compression JPEG & JPEG2000, 2009-2010

[22] Li, W. C., Ang, L. M., & Kah, P. S. (2008). Survey of image compression algorithms in wireless sensor networks. *Proceedings - International Symposium on Information Technology 2008, ITSIM*, 3. <https://doi.org/10.1109/ITSIM.2008.4631875>

[23] Chrysafis, C., & Ortega, A. (2000). Line-based, reduced memory, wavelet image compression. *IEEE Transactions on Image Processing*, 9(3), 378–389. <https://doi.org/10.1109/83.826776>

[24] Kidwai, N. R., Khan, E., & Reisslein, M. (2016). ZM-SPECK: A fast and memoryless image coder for multimedia sensor networks. *IEEE Sensors Journal*, 16(8), 2575–2587. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2519600>

[25] Said, A., & Pearlman, W. A. (1996). A new, fast, and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 6(3), 243–250. <https://doi.org/10.1109/76.499834>.

[26] Mohanty, B., Singh, A., & Mahapatra, S. (2011). A high performance modified SPIHT for scalable image compression. *International Journal of Image ...*, 5, 390–402.

[27] Zhang, N., Jin, L., Wu, Y., & Zhang, K. (2011). An Improved Fast SPIHT Image Compression Algorithm for Aerial Applications. *J. Multim.*, 6, 494-501.

[28] Kadam, A. G., & Pingle, P. N. (2018). “ S IMULINK BASED DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MSPIHT .” 1537–1542.

[29] Kaur, G., & Manshahia, M. S. (2018). Wireless Sensor Networks for Fire Detection and Control. 3(12), 14–21.

[30] BERRAZEG Khaled, BELAIDI Yamina. (2017).Détection des feux de forêt par réseau de capteurs.Tlemcen.32

[31] Bourai, A., & Bentabet, A. (2013). la localisation dans les réseaux de capteurs Cas étudié: feu de foret. <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/11299>

[32] K, V. V & Sajjan, S. C.(2016). Fire Detection using YCbCr Color Model. 698–701 .

[33] <https://www.alphorm.com/tutoriel/formation-en-ligne-matlab-2013> a Consulté le : 16-05-2021