

665

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de 08 Mai 1945 Guelma

FACULTE DES SCIENCES ET DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTROTECHNIQUE ET AUTOMATIQUE



**Mémoire De Fin D'étude**  
**Pour l'obtention du diplôme de master académique**

**Domaine :** sciences et techniques  
**Filière :** automatique et informatique industrielle  
**Spécialité :** commande et diagnostic des systèmes industriels

**THEME :**

**Segmentation d'images satellitaires**

**Présenté par :**

➤ **KHACHA DJAMILA**

**Sous la direction de :**

**Mr. AIDOU. M**



## **Remerciement**

*Aux termes de ce mémoire, nous tenons à exprimer nos remerciements au bon «Dieu» qui nous a entouré de sa bienveillance et nous a renforcé avec te courage et la force pour pouvoir enfin mener à bien ce travail.*

*Que nos sincères et profonds remerciement aillent à :*

*Monsieur Aidoud Mohamed pour l'Honneur qu'il nous a fait en acceptant d'être notre encadreur, pour l'intérêt scientifique qu'il a porté à ce travail, pour ses précieux conseils tout au long de l'élaboration de ce projet*

*qu'il soit rassurer de notre reconnaissance et notre respect indéfectible.*

*A tous nos enseignants Le président et les membres du jury qui ont accepté de juger notre trav.*

*A tous tes administratifs de département de Génie électrique.*



## *Dédicace*

*A cet occasion je dédie mes meilleurs vœux a tous qui mon aides à réaliser ce modeste travail que le dédie a ma très chère mère Fatiha qu'elle a fait de tout son possible pour m'élever et éduquer si pour elle tout ce que j'ai fait et que ce que je suis, car dieu nous recommande ca pour que nous l'oubesser et respecter que dieu la protège et je la souhaite toute une vie de sante.*

*A toutes mes sœurs : Amel, Fahima.*

*A toutes mes frère: Lazher, Abd anasser.*

*A tous les enfants de mes sœurs : Aziza, Nadia, sabiha, Hassiba  
a mes toutes tantes.*

*A toutes mes copines : Sara, Amina, Souria Noura.*

*A tous mes camarades de classe de ma promotion*

2011

*Ahlem*

# Sommaire :

## *Chapitre I: Généralité traitement d'image.*

1. Introduction.....	1
2. Définition de l'image.....	1
3. Image numérique.....	1
3.1. La caractéristique de l'image numérique.....	2
3.1.1. Pixel.....	2
3.1.2. La résolution.....	3
3.1.3. Contraste.....	3
3.1.4. Luminance.....	4
3.1.5. Bruit.....	4
3.1.6. Histogramme.....	5
3.1.7. Dimension.....	5
3.1.8. Contour.....	6
3.1.9. La texture.....	6
3.1.9.1. Classes de texture.....	7
3.1.9.1.1. La macro texture.....	7
3.1.9.1.2. Le micro texture.....	7
4. Types d'images.....	8
4.1. Images matricielles (ou images bitmap).....	8
4.1.1. Images 2D.....	8
4.1.2. Images 3D.....	9
4.1.3. Images stéréoscopiques.....	9
4.2. Images vectorielles.....	9
5. Représentation des couleurs.....	10
5.1. Images en vraies couleurs.....	10
5.2. Images à 256 couleurs (8bits).....	11
5.3. Images en teintes de gris.....	11
6. Formats d'images.....	12
7. Traitement d'images.....	13
7.1. Compression d'image.....	14
7.2. La segmentation.....	14
8. Domaines d'application traitement d'images.....	14
9. Conclusion.....	15

## *Chapitre II: Image satellitaire*

1. Introduction.....	16
2. Qu'est une image satellitaire.....	16
3. Système de télédétection.....	16

4. Application de l'image satellitaire.....	17
4.1. Spationautes.....	17
4.2. Les modèle numérique de terrain(MNT).....	18
4.3. Système d'information géographique(SIG).....	18
4.4. Suivi de subsidences.....	19
5. Types d'images satellite.....	20
5.1. Image panchromatique.....	20
5.2. Image multi bande.....	20
5.3. Image radar.....	21
6. Avantage de l'image satellitaire.....	22
7. Traitement des images satellitaires.....	22
7.1 Utilité.....	22
7.2. Evolution.....	22
7.3. Traitement.....	22
7.4. Technologie.....	23
8. Conclusion.....	23

### **Chapitre III : Segmentation d'image.**

1. Introduction.....	24
2. Définition de segmentation.....	24
3. les technique de segmentation.....	25
3.1. Méthode monodimensionnelles ou seuillage.....	25
3.2. Méthodes multidimensionnelles.....	26
3.3. Approches frontières.....	26
3.3.1. les opérateurs de détection de contours.....	27
3.3.1.1. localisation des contours.....	28
3.3.1.2. Suivi de contours.....	29
3.3.2. Codage de Freeman.....	29
3.3.3. Transformée de hoogh.....	31
3.4. Segmentation par approche région.....	32
3.4.1. Split and marge.....	33
3.4.2. Principe générale sur le seuillage et la binarisation.....	34
3.4.3. Morphologie mathématique.....	37
3.4.4. Segmentation par décomposition/fusion.....	39
3.5. Segmentation basée sur la connaissance globale.....	40
3.6. Segmentation pixellaire basé (sur les pixels).....	40

### **Chapitre IV : Application**

4. Résultats et discussions.....	41
4.1. modele de canny.....	42
4.2. modele de sobel.....	43
4.3. autre application.....	45
4.4. discusion.....	46
5. conclusion générale.....	47

Depuis l'espace, on peut observer la terre et utiliser ces observations pour prévoir le temps, étudier l'évolution des climats, mesurer si le trou dans la couche d'ozone s'agrandit, détecter et suivre des feux de forêt ou des nappes de pétrole, créer des Cartes géographique.

Les images satellitaires sont d'une importance capitale. Elles représentent un vecteur essentiel d'informations. L'analyse de ces images permet aux acteurs en charge de la gestion de l'espace et de l'aménagement du territoire de localiser les zones d'intérêt et de suivre leur évolution au cours du temps.

Les images de la Terre, en prise de vue verticale (image satellitaire ou issue d'une campagne aérienne classique) ou oblique (image prise du sol ou d'un aéronef léger), se caractérisent par la diversité de leurs modes d'enregistrement (verticale, oblique, altitudes diverses, panchromatique, radar, etc.) et par la masse considérable de données qu'elles représentent. Le problème se pose alors de l'automatisation de certaines tâches de repérage et de préparation à l'interprétation intelligente. Si l'opérateur humain reste le plus efficace pour extraire les informations qualitatives et sémantiques, il est parfois mal adapté pour l'extraction rapide d'informations quantitatives (mesures de superficies, dénombrement d'objets).

L'intelligence artificielle et en particulier les réseaux neuroniques artificiel et la retropropagation d'erreur ont montré leur supériorité pour la classification des images satellitaires en zones selon la texture.

Le but principale de cette étude est de créer une nouvelle image, qui peut faire partie d'une carte géographique, dans laquelle doit se présenter en couleurs différentes : les zones eau, les espaces vert, et zone d'habitations.

Repartie en cinq chapitres comme suit :

### ***Chapitre 1 : l'Image et ses traitements***

Nous avons consacré ce chapitre aux concepts généraux de l'image : Sa numérisation, ses caractéristiques allant du pixel à la texture, et ses traitements : segmentation, compression, ... etc. Et pour finaliser nous avons abordé les différents domaines d'application du traitement d'images.

### ***Chapitre 2 : Images satellitaires***

Consacré essentiellement aux images satellitaires, où nous avons commencé par définir une image satellitaire, puis présenter les différentes étapes du système de télédétection, leur domaine d'application ainsi que leur type. Une étape d'une grande importance qui est le

traitement des images satellitaire a été développée en fin de chapitre ; allant de l'utilité de cette dernière jusqu'à la technologie utilisée pour ce système.

***Chapitre 3 :Segmentation d'image***

Dans ce mémoire nous avons intéressons plus particulièrement à la segmentation d'image, et leur approches ou bien les différents techniques de segmentation.



*CHAPITRE I*  
*Traitement d'image*



## 1. Introduction

Le traitement d'image voit son origine en physique des particules, dans les années 1950, Lorsque les scientifiques cherchent à déterminer les trajectoires de particules en analysant des milliers d'images par expérience dans des chambres à bulles. Jusqu'à la fin des années 1960, les images acquises sont généralement de mauvaise qualité et très volumineuses. Leur Traitement consiste, en premier lieu, à les restaurer pour corriger les défauts liés à l'acquisition ; les améliorer pour rendre l'image plus « belle » à l'affichage ; et les comprimer pour réduire leur volume. Très vite, il est apparu nécessaire d'interpréter les images et l'analyse de scènes est devenue un aspect essentiel du traitement.

## 2. Qu'est qu'une image ?

Une image est une représentation d'une personne ou d'un objet par la peinture, la sculpture, le dessin, la photographie, le film, etc.

C'est aussi un ensemble structuré d'informations qui, après affichage sur l'écran, ont une signification pour l'œil humain.

Elle peut être décrite sous la forme d'une fonction  $I(x,y)$  de brillance analogique continue, définie dans un domaine borné, tel que  $x$  et  $y$  sont les coordonnées spatiales d'un point de l'image et  $I$  est une fonction d'intensité lumineuse et de couleur. Sous cet aspect, l'image est inexploitable par la machine, ce qui nécessite sa numérisation

## 3. Image numérique

Contrairement aux images obtenues à l'aide d'un appareil photo, ou dessinées sur du papier, les images manipulées par un ordinateur sont numériques (représentées par une série de bits).

L'image numérique est l'image dont la surface est divisée en éléments de tailles fixes appelés cellules ou pixels, ayant chacun comme caractéristique un niveau de gris ou de couleurs prélevé à l'emplacement correspondant dans l'image réelle, ou calculé à partir d'une description interne de la scène à représenter. [2]

La numérisation d'une image est la conversion de celle-ci de son état analogique (distribution continue d'intensités lumineuses dans un plan  $xOy$ . ) en une image numérique représentée par une matrice bidimensionnelle de valeurs numériques  $f(x,y)$  où :

$x, y$  : coordonnées cartésiennes d'un point de l'image.

$F(x, y)$  : niveau de gris en ce point

Pour des raisons de commodité de représentation pour l'affichage et l'adressage, les données images sont généralement rangées sous formes de tableau  $I$  de  $n$  lignes et  $p$  colonnes. Chaque élément  $I(x, y)$  représente un pixel de l'image et à sa valeur est associé un niveau de gris codé sur  $m$  bits ( $2^m$  niveaux de gris ;  $0 = \text{noir}$  ;  $2^m - 1 = \text{blanc}$ ). La valeur en chaque point exprime la mesure d'intensité lumineuse perçue par le capteur.

### 3.1. Caractéristiques de l'image numérique

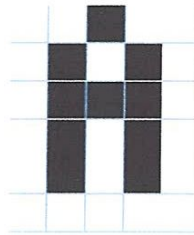
L'image est un ensemble structuré d'informations caractérisé par les paramètres suivants:

- ❖ Pixel
- ❖ Résolution
- ❖ Contraste
- ❖ luminance
- ❖ Bruit
- ❖ Histogramme
- ❖ Dimension
- ❖ Contours
- ❖ texture

#### 3.1.1. Pixel

Contraction de l'expression anglaise " Picture éléments ": éléments d'image, le pixel est le plus petit point de l'image, c'est une entité calculable qui peut recevoir une structure et une quantification. Si le bit est la plus petite unité d'information que peut traiter un ordinateur, le pixel est le plus petit élément que peuvent manipuler les matériels et logiciels

d'affichage ou d'impressions. [2]



*Figure 1.1 : La lettre 'A' en groupe de pixel*

### 3.1.2. Résolution

C'est la clarté ou la finesse de détails atteinte par un moniteur ou une imprimante dans la production d'images. La résolution détermine le nombre de points par unité de surface, exprimé sur les moniteurs d'ordinateurs en points par pouce (PPP), en anglais DPI pour Dots Per Inch). Un pouce représentant 2.54cm. La résolution permet ainsi d'établir le rapport entre le nombre de pixels d'une image et la taille réelle de sa représentation sur un support physique.

Une résolution de 300PPP signifie donc 300 colonnes et 300 rangées de pixels sur un pouce carré ce qui donne donc 90000 pixels sur un pouce carré.

On utilise aussi le mot résolution pour désigner le nombre total de pixels affichables horizontalement ou verticalement sur un moniteur ; plus grand est ce nombre, meilleure est la résolution.



*Figure 1.2 : Exemple sur La résolution*

### 3.1.3. Contraste

C'est l'opposition marquée entre deux régions d'une image, plus précisément entre les régions sombres et les régions claires de cette image. Le contraste est défini en fonction des luminances de deux zones d'images.

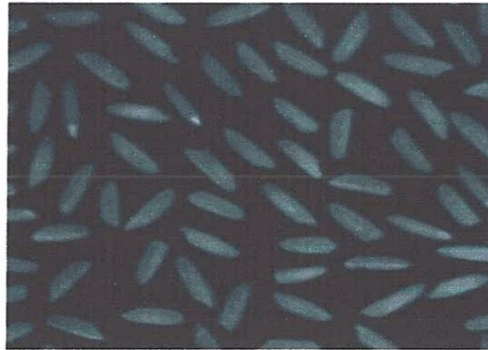
Si  $L_1$  et  $L_2$  sont les degrés de luminosité respectivement de deux zones voisines  $A_1$  et  $A_2$  d'une image, le contraste  $C$  est défini par le rapport :

$$C = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}$$

### 3.1.4. Luminance

C'est le degré de luminosité des points de l'image. Elle est définie aussi comme étant le quotient de l'intensité lumineuse d'une surface par l'aire apparente de cette surface, qui correspond à l'éclat d'un objet. Une bonne luminance se caractérise par :

- Des images lumineuses (brillantes),
- Un bon contraste : il faut éviter les images où la gamme de contraste tend vers le blanc ou vers le noir ; ces images entraînent des pertes de détails dans les zones sombres ou lumineuses,
- L'absence de parasites.



*Figure 1.3 : Exemple sur La résolution luminance*

### 3.1.5. Bruit

Un bruit (parasite) dans une image est considéré comme un phénomène de brusque variation de l'intensité d'un pixel par rapport à ses voisins, il provient de l'éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur.

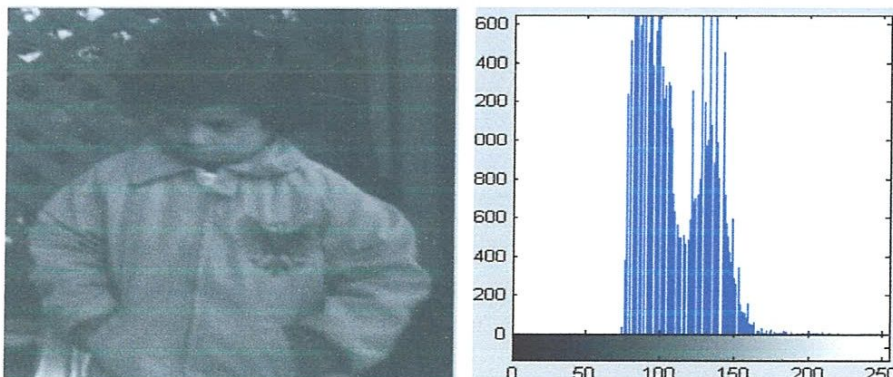


*Figure 1.4 : Exemple de bruit d'image*

### 3.1.6. Histogramme

Un histogramme est un graphique statistique permettant de représenter la distribution des intensités des pixels pour chaque intensité lumineuse. Par convention un histogramme représente le niveau d'intensité en abscisse en allant du plus foncé (à gauche) au plus clair (à droite).

Il peut être utilisé pour améliorer la qualité d'une image (Rehaussement d'image) en introduisant quelques modifications, pour pouvoir extraire l'information utile de celle-ci. [9]

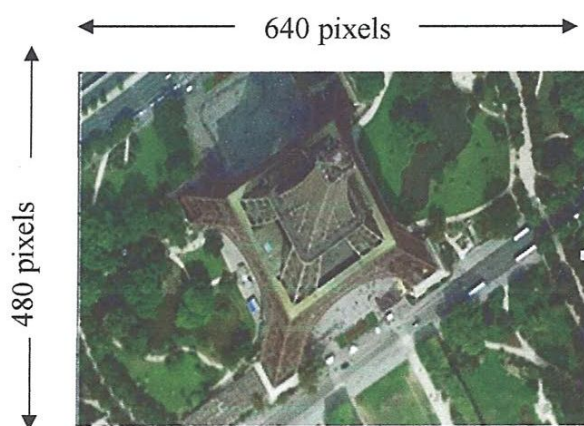


*Figure 1.5 : Exemple d'historgramme d'image au niveau gris*

### 3.1.7. Dimension

L'image se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs numériques représentatives des intensités lumineuses (pixels). Le nombre de lignes de cette matrice multiplié par le nombre de colonnes nous donne le nombre total de pixels qui représente ce qu'on appelle par la dimension informatique ou taille de l'image.

Une image possédant 640 pixels en largeur et 480 en hauteur aura une définition de 640 pixels par 480, notée 640\*480.



*Figure 1.6 : Exemple de dimension*

### 3.1.8 Contours

Les contours représentent la frontière entre les objets de l'image, ou la limite entre deux pixels dont les niveaux de gris représentent une différence significative.

### 3.1.9. La texture

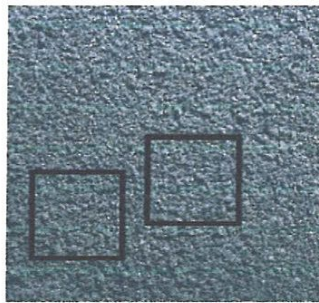
Une **texture** est une région dans une image numérique qui a des caractéristiques homogènes. Ces caractéristiques sont par exemple un motif basique qui se répète, ou des caractéristiques fréquentielles. Une texture est composée de texels, l'équivalent des pixels.

La texture est un concept qui traduit un aspect homogène local de la surface de l'objet. C'est un concept très important est largement utilisé en traitement d'image. Malgré cette

importance, la notion de texture reste un concept sans définition universelle satisfaisante. De nombreuses définitions ont été proposées mais aucune ne convient parfaitement aux différents types de texture rencontrés.

La définition littéraire de la texture est la suivante: "répétition spatiale d'un même motif dans différentes directions de l'espace". Cette définition est limitative car elle caractérise l'objet indépendamment d'un observateur humain.

Donc, il n'existe pas de définition précise de la texture. Une définition générale peut caractériser une texture comme un ensemble de primitives arrangées selon des règles particulières de placement. Une primitive est un ensemble connexe plus ou moins important de pixels de niveaux de gris à peu près semblables : il s'agit en fait d'un motif de base.



*Figur1.7 : Exemple de texture*

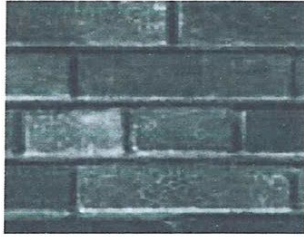
### **3.1.9.1. Classes de texture**

En pratique, on distingue deux grandes classes de textures, qui correspondent à deux niveaux de perception : [4]

- Les micro textures
- Les macro textures

#### **3.1.9.1.1. La macro textures**

Qui présentent un aspect régulier, sous formes de motifs répétitifs spatialement placés selon une règle précise (ex : peau de lézard, mur de brique).



*Figure 1.8 : Exemple de macro texture*

### 3.1.9.1.2. Le micro texture

Présentent des primitives "microscopiques" distribuées de manière aléatoire (ex : sable, laine tissée, herbe).



*Figure 1.9: Exemple de micro texture*

## 4. Types d'images

Parmi les façons de stockage des images qui existent :

- Images matricielles.
- Images vectorielles.

### 4.1. Image matricielle (ou image bitmap)

Elle est composée comme son nom l'indique d'une matrice (tableau) de points à plusieurs dimensions, chaque dimension représentant une dimension spatiale (hauteur, largeur, profondeur), temporelle (durée) ou autre (par exemple, un niveau de résolution). Il y a trois types : image 2D, image 3D, image stéréoscopique.



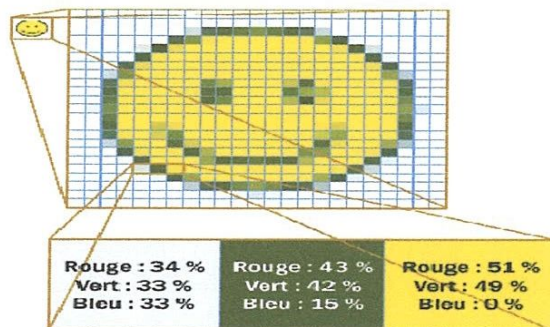


Figure 1.10 : Exemple d'image matricielle

### 4.1.1. Images 2D

Dans le cas des images à deux dimensions (le plus courant), les points sont appelés pixels. D'un point de vue mathématique, on considère l'image comme une fonction de  $\mathbb{R} \times \mathbb{R}$  dans  $\mathbb{R}$  où le couplet d'entrée est considéré comme une position spatiale, le singleton de sortie comme un codage. Ce type d'image s'adapte bien à l'affichage sur écran informatique (lui aussi orienté pixel) ; il est en revanche peu adapté pour l'impression, car la résolution des écrans informatiques, généralement de 72 à 96 ppp (point par pouce).



Figure 1.11 : Exemple d'image 2D

### 4.1.2. Images 3D

Ces cas sont une généralisation du cas 2D, la dimension supplémentaire représentant respectivement le temps, une dimension spatiale ou une échelle de résolution.

D'un point de vue mathématique, il s'agit d'une fonction de  $\mathbb{R} \times \mathbb{R} \times \mathbb{R}$  dans  $\mathbb{R}$

- Lorsqu'une image possède une composante temporelle, on parle d'animation.
- Dans le cas des images à trois dimensions les points sont appelés des voxels. Ils représentent un volume.



Figure 1.12 : Exemple d'image 3D

### 4.1.3. Images stéréoscopiques

Il s'agit d'un cas particulier dans lequel on travaille par couples d'images, qui peuvent être 2D ou 3D.

### 4.2. Images vectorielles

Le principe est de représenter les données de l'image par des formules géométriques qui vont pouvoir être décrites d'un point de vue mathématique. Cela signifie qu'au lieu de mémoriser une mosaïque de points élémentaires, on stocke la succession d'opérations conduisant au tracé. Par exemple, un dessin peut être mémorisé par l'ordinateur comme « une droite tracée entre les points  $(x_1, y_1)$  et  $(x_2, y_2)$  », puis « un cercle tracé de centre  $(x_3, y_3)$  et de rayon 30 de couleur rouge ».

### 5. Représentation des couleurs

S'il existe plusieurs modes de représentation de la couleur, le plus utilisé pour le maniement des images numériques est l'espace couleur Rouge, Vert, Bleu (R, V, B). Cet espace couleur est basé sur la synthèse additive des couleurs, c'est à dire que le mélange des trois composantes (R, V, B) donne une couleur. Il existe différents types d'images couleurs en fonction du nombre de bits utilisés pour le stockage de l'information couleur:

- Images en vraies couleurs (24 bits).
- Images à 256 couleurs (8bits).
- Images en teintes de gris.

### 5.1. Images 24 bits (ou couleurs vraies)

Il s'agit d'une appellation trompeuse car le monde numérique (fini, limité) ne peut pas rendre compte intégralement de la réalité (infinie). Le codage de la couleur est réalisé sur trois octets, chaque octet représentant la valeur d'une composante couleur par un entier de 0 à 255. Ces trois valeurs codent généralement la couleur dans l'espace RVB. Le nombre de couleurs différentes pouvant être ainsi représenté est de 256 x 256 x 256 possibilités, soit près de 16 millions de couleurs. Comme la différence de nuance entre deux couleurs très proches mais différentes dans ce mode de représentation est quasiment imperceptible pour l'œil humain, on considère commodément que ce système permet une restitution exacte des couleurs, c'est pourquoi on parle de « couleurs vraies ».

Les images bitmap basées sur cette représentation peuvent rapidement occuper un espace de stockage considérable, chaque pixel nécessitant trois octets pour coder sa couleur.

R	V	B	Couleur
0	0	0	noir
0	0	1	nuance de noir
255	0	0	rouge
0	255	0	vert
0	0	255	bleu
128	128	128	gris
255	255	255	blanc

*Tableau 1.1 : Valeur des couleurs*

### 5.2. Images à palettes« images en 256 couleurs (8 bits) »

Ici l'information couleur est codée sur 1 octet au lieu de trois. En utilisant une palette de couleur "attachée" à l'image. Chaque pixel va non plus véhiculer le code couleur RVB qui lui est affecté, mais simplement un chiffre compris entre 0 et 255. A chacun de ces chiffres va correspondre une couleur, définie par son code RVB et stockée dans une palette avec les données de l'image.



*Figure 1.13: Image numérisée avec 256 couleurs*

### 5.3. Images en teintes (ou niveaux) de gris

En général, les images en niveaux de gris renferment 256 teintes de gris. Image à 256 couleurs, simplement chacune de ces 256 couleurs est définie dans la gamme des gris.

Par convention la valeur zéro représente le noir (intensité lumineuse nulle) et la valeur 255 le blanc (intensité lumineuse maximale).

000	008	016	024	032	040	048	056	064	072	080	088	096	104	112	120	128
255	248	240	232	224	216	208	200	192	184	176	168	160	152	144	136	

*Tableau 1.2 : Valeurs des niveaux de gris et teintes de gris correspondantes*



*Figure 1.14: Image en niveaux de gris*

## 6. Formats d'images

Un format d'image est une représentation informatique de l'image, associée à des informations sur la façon dont l'image est codée et fournissant éventuellement des indications sur la manière de la décoder et de la manipuler.

La plupart des formats sont composés d'un en-tête contenant des attributs (dimensions de l'image, type de codage, etc.), suivi des données (l'image proprement dite). La structuration des attributs et des données diffère pour chaque format d'image. De plus, les formats actuels intègrent souvent une zone de métadonnées (metadata en anglais) servant à préciser les informations concernant l'image comme :

- la date, l'heure et le lieu de la prise de vue,
- les caractéristiques physiques de la photographie (sensibilité ISO, vitesse d'obturation, usage du flash...)

Ces métadonnées sont par exemple largement utilisées dans le format Exif (extension du format JPEG), qui est le format le plus utilisé dans les appareils photo numériques.

Quelques précautions à prendre concernant les formats d'images :

- Il faut prêter attention aux différentes versions que peut recouvrir un format particulier. Notamment pour le format TIFF qui varie selon les versions ; certaines d'entre elles ne sont pas reconnues par certains logiciels. [10]

	Type (matriciel/ vectoriel)	Compression des données	Nombre de couleurs supportées	Affichage progressif	Animation	Transparence
JPEG	matriciel	Oui, réglable (avec perte)	16 millions	Oui	Non	Non
JPEG2000	matriciel	Oui, avec ou sans perte	32 millions	Oui	Oui	Oui
GIF	matriciel	Oui, Sans perte	256 maxi (palette) Palettisé (256 couleurs ou moins) ou 16 millions	Oui	Oui	Oui
PNG	matriciel	Oui, sans perte	16 millions	Oui	Non	Oui (couche Alpha)
TIFF	matriciel	Compression ou pas avec ou sans pertes	de monochrome à 16 millions	Non	Non	Oui (couche Alpha)
SVG	vectoriel	compression possible	16 millions	* ne s'applique pas *	Oui	Oui (par nature)

*Tableau 1.3 : Comparatif des différents formats des images*

## 7. Traitement d'images

Le traitement d'images est l'ensemble des méthodes et techniques opérant sur celles-ci il existe plusieurs type de traitement d'image par exemple la compression, la segmentation... etc. Son but est de rendre cette opération possible, plus simple plus efficace et plus agréable

### 7.1. Compression d'image

Compression d'image est le procédé inhérent à la compression d'image consiste à réduire la dimension du fichier de données en ne retenant que les informations essentielles. Le taux de compression est spécifié en utilisant un coefficient de compression CR (compression rate), défini comme le rapport des dimensions du fichier non comprimé et du fichier compressé. Les meilleurs procédés de compression sont ceux qui offrent le meilleur rapport entre un CR élevé et les informations essentielles retenues. Évidemment, cela est fonction de l'application visée. Par exemple, dans une image binaire comportant seulement des informations textuelles, l'information pertinente n'implique que le texte, comparativement à une image médicale dont l'information pertinente à extraire peut consister en des détails très fins.

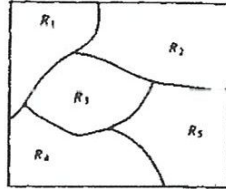
### 7.2. La segmentation :

La segmentation d'image est une opération de traitement d'images qui a pour but de séparer des objets du fond d'une image numérique. L'homme sait naturellement séparer des objets dans une image. Pour séparer un objet d'un fond, l'humain se base sur des connaissances de haut niveau qui lui permettent de détecter ce qui l'intéresse dans l'image. À ce jour, il existe de nombreuses méthodes de segmentation, que l'on peut regrouper en quatre principales classes d'algorithmes: [3]

1. Segmentation basée sur les régions (en anglais : *region-based segmentation*). On y trouve par exemple : la croissance de région (en anglais : *region-growing*), décomposition/fusion (en anglais : *split and émerge*)
2. Segmentation basée sur les contours (en anglais : *edge-baseds segmentation*).
3. Segmentation basée sur une approche globale de l'image (par exemple : seuillage(en anglais : *thressholdings*), histogramme, approches basées sur le nuage couleur...etc.)
4. Segmentation basée sur la coopération entre les trois premières segmentations

### 7.2.1. Segmentation par approche « région »

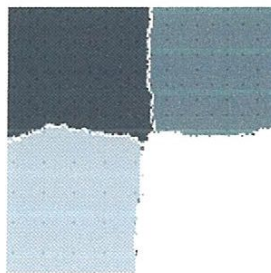
De cette technique est d'assigner un numéro (aussi appelé *label* ou *étiquette*) à chaque région; chacun de ces identifiants est associé à une couleur ou à un niveau de gris, ce qui permet de construire une *carte des régions* représentant visuellement le découpage en régions de l'image. Un objet peut ensuite être défini comme un ensemble de régions. [6]



*Figure 1.15 : Exemple de segmentation par approche région*

### 7.2.2. Segmentation par approche « frontière »

Cette approche est basée sur la détection la différences dans la texture et dans les régions voisines. Ainsi des frontières sont détectées où il y a des différences dans la texture. Cette méthode n'a pas besoin de savoir le nombre de régions texturées dans l'image à l'avance. [7]



*Figure 1.16 : La segmentation sépare les régions de textures différentes*

### 7.2.3. Segmentation basée sur une approche globale de l'image (classification)

On part ici d'un rapport qu'entretient chaque pixel individuellement avec des



informations calculées sur toute l'image, comme par exemple la moyenne des niveaux de gris de l'ensemble des pixels, ou la médiane, permettant de segmenter l'image en 2 régions comportant le même nombre de pixels. Ces informations permettent de construire des classes de pixels, les pixels appartenant à une même classe et étant connexes formant des régions.

### **8. Domaines d'application du traitement d'images**

Le traitement d'images possède l'aspect multidisciplinaire. On trouve ses applications dans des domaines très variés tels que les télécommunications (T.V., vidéo, publicité,...), la médecine (radiographie, ultrasons,...), biologie, astronomie, géologie, l'industrie (robotique, sécurité), la météorologie, l'architecture, l'imprimerie, l'armement (application militaire), la segmentation des images satellitaire. De nouvelles applications pratiques sont possibles aujourd'hui et touchent tous les domaines d'activités, tels que : métiers du spectacle, de la radio, créations artistiques,...etc.

### **9. Conclusion**

Nous avons consacré ce chapitre aux concepts généraux de l'image : Sa numérisation, ces caractéristiques allant du pixel à la texture, et ce traitement : la compression, et la segmentation...etc. Et pour finaliser nous avons abordé les différents domaines d'application du traitement d'images.



CHAPITRE II

*Image*

*Satellitaire*

## 1. Introduction

Depuis l'espace, on peut observer la terre et utiliser ces observations pour prévoir le temps, étudier l'évolution des climats, mesurer si le trou dans la couche d'ozone s'agrandit, détecter et suivre des feux de forêt ou des nappes de pétrole, créer des Cartes géographiques...etc.

## 2. Qu'est une image satellitaire ?

A l'heure actuelle, on voit des images satellitaires partout: dans les informations météo à la TV, dans les journaux et même parfois dans les publicités.

Les images satellitaires, ou images de **téledétection** sont des images prises à partir d'une 'lune artificielle' (un satellite) qui orbite bien au-dessus de la terre.

On appelle également les images satellitaires des images '**Remote Sensing**': **Remote** est le terme anglais pour éloigné ou à grande distance et **Sensing** signifie sentir ou balayer.



*Figure 2.1 : Exemple d'image satellitaire*

## 3. Système de téledétection

Le rayonnement émis par une source d'énergie ou d'illumination (A) parcourt une certaine distance et interagit avec l'atmosphère (B) avant d'atteindre la cible (C).

L'énergie interagit avec la surface de la cible, en fonction des caractéristiques du rayonnement et des propriétés de la surface. Le rayonnement est réfléchi ou diffusé vers le capteur (D), qui l'enregistre et peut ensuite transmettre l'énergie par des moyens électroniques à une station de réception (E) où l'information est transformée en images (numériques ou photographiques).

Une interprétation visuelle et/ou numérique de l'image (F) est ensuite nécessaire pour extraire l'information que l'on désire obtenir sur la cible. La dernière étape du processus consiste à utiliser l'information extraite de l'image pour mieux comprendre la cible, pour nous en faire découvrir de nouveaux aspects ou pour aider à résoudre un problème particulier (G).

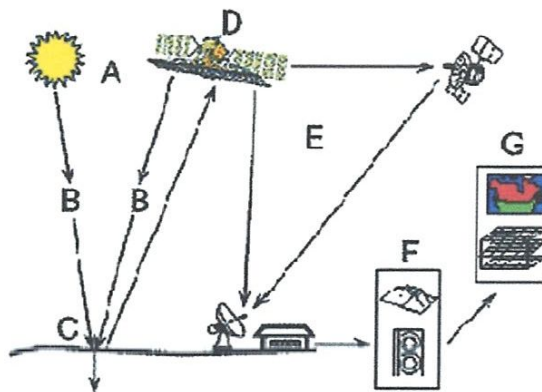


Figure 2.2: Etapes de la télédétection

## 4. Application de l'image satellitaire

### 4.1. Les spatiocartes

Une spatiocarte numérique est un produit image obtenu à partir d'une ou plusieurs scènes originales (assemblées par mosaïquées numérique). Elle couvre un site précis quelles que soient les contraintes d'acquisition des données. Ces spatiocartes sont destinées aux personnes ayant besoin d'informations géographiques et sont donc présentées dans un découpage cartographique normalisé afin d'être accessibles à tous les utilisateurs. [1]

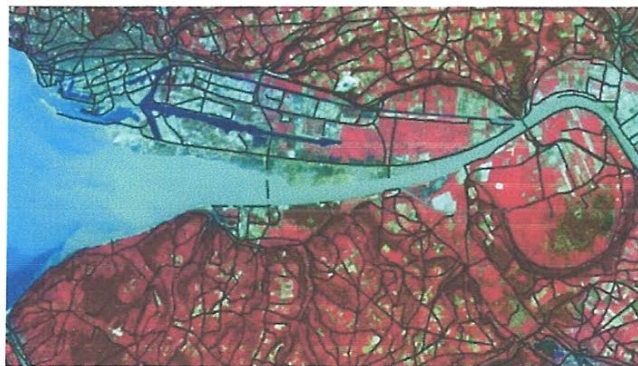
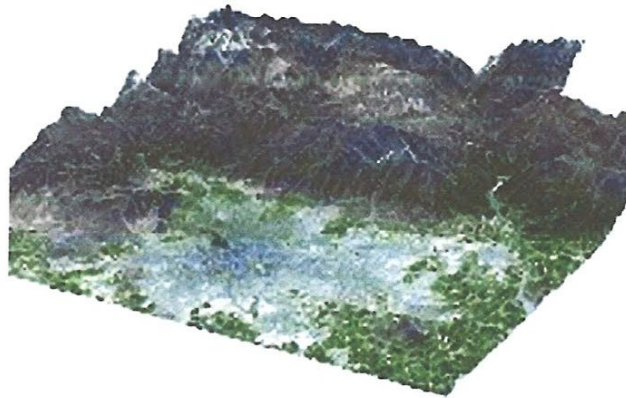


Figure 2.3 : Exemple de modèle spatiocartes

### 4.2. Les modèles numériques de terrain (MNT)

Le modèle numérique de terrain est le fichier maillé des altitudes d'une région. IL est présenté sous la forme d'une grille régulière, Une altitude tous les 20m par exemple.

Les MNT, éventuellement croisés avec d'autres informations, permettent la réalisation cartes de pentes, d'ensoleillement ou de ruissellement, utilisées dans le cadre de l'aménagement de sites (parcs de loisirs, prévention des risques naturels,...etc.). Ils peuvent aussi être utilisés pour prévoir les tracés des constructions linéaires (canaux, lignes de TGV, implantation d'autoroutes, etc.) et calculer les cubages de matériaux pour les études d'impact, pour optimiser l'implantation d'émetteurs de télécoms, ... etc. [1]



*Figure 2.4 : Exemple de modèle numérique de terrain*

### **4.3. Systèmes d'information géographique (SIG)**

Mis au point il y a une vingtaine d'années, le SIG est un système d'information qui intègre des données géographiques (ou à référence spatiale). IL permet de tirer profit des éléments géographiques présents dans les bases de données, de manière à visualiser, cartographier, comprendre et aider à la prise de décision.

Un SIG comprend trois composantes: une technologie (matériel et logiciel), une base de données et une structure (hommes, budgets, organisation et méthode). C'est un projet qui se déploie dans le temps. [1]



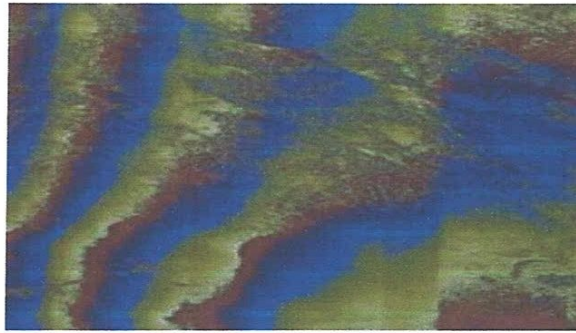
*Figure 2.5: Exemple de Systèmes d'information géographique (SIG)*

#### 4.4. Suivi des subsidences

La subsidence ou son corollaire l'inflation de terrain ont des causes diverses: exploitations minières souterraines, stockage de gaz souterrain, installations d'équipement souterrain, pompages de nappes... etc.

L'impact sur l'environnement et la sécurité des ouvrages souterrains nécessitent une activité de surveillance. L'objectif de cette surveillance est de préciser le comportement à moyen et long terme des cavités, d'évaluer leurs répercussions en surface, de mettre au point des méthodes de surveillance des zones à risques et enfin de concevoir des procédés de réduction des risques.

Parmi les techniques utilisées, certaines sont fondées sur des méthodes de mesures directes (nivellement ou positionnement par satellite GPS, extensomètres...), d'autres sur des données obtenues à partir d'images satellitaires par interférométrie optique ou radar. Les performances de ces méthodes sont liées à la précision des mesures de déformations, à la densité des réseaux de capteurs et à la pertinence géostatistique de ces réseaux.



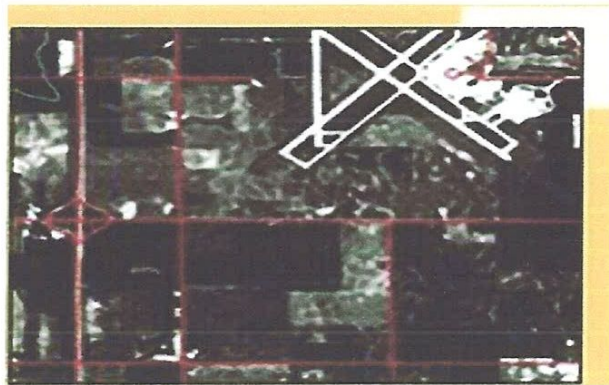
*Figure 2.6: Exemple de Suivi des subsidences*

## 5. Types d'images satellite

Selon l'application que l'on souhaite obtenir, on dispose de plusieurs types d'image :

### 5.1. Image panchromatique

Elle est acquise par un capteur numérique qui mesure la réflectance dans une large bande électromagnétique. Les données panchromatiques sont représentées sous forme d'images en noir et blanc. Elle sert principalement à obtenir des informations de type " géométrique " (formes, dimensions, surface). [1]



*Figure 2.7: Image panchromatique*

### 5.2. Image multi bande

Elle est acquise par un capteur numérique qui mesure la réflectance dans de nombreuses bandes spectrales (typiquement, une dizaine). Ces multiples valeurs de réflectance se combinent pour créer des images couleur. Elle sert principalement à obtenir des

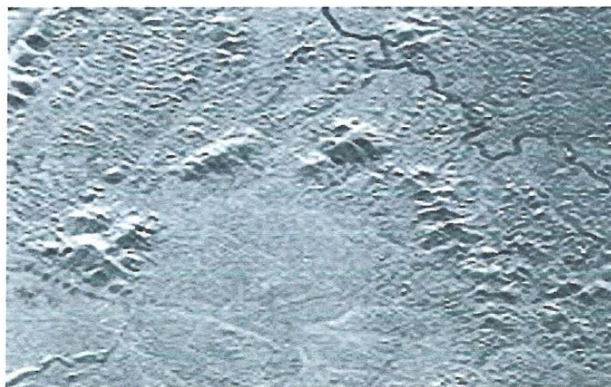
informations à caractère " qualitatif " (ex. classification des types de végétation sur des parcelles).



*Figure 2.8 : Image multi bande*

### 5.3. Image radar

Le radar imageur, système actif, qui permet l'élaboration d'images (typiquement 100 km x 100 km) de jour comme de nuit même à travers les nuages. Le radar est sensible aux propriétés diélectriques des milieux (teneur en eau), et à leur rugosité. Il est également sensible aux structures géométriques à l'échelle de la longueur d'onde. [1]



*Figure 2.9 : Image radar*



## **6. Avantages de l'image satellitaire**

L'image satellitaire présente plusieurs avantages :

- elle est obtenue de manière numérique et ne nécessite donc pas de conversion de données.
- elle est universelle : elle ne connaît pas de frontière géographique ou politique.
- elle est aussi synthétique, flexible, précise et actuelle (renouvellement de l'information, automatique ou à la demande).

## **7. Traitement des images satellitaires**

### **7.1. Utilité**

Le traitement des images de la terre permet de tirer profit de l'information apportée par les caractéristiques spectrales et spatiales de l'image. Les signatures spectrales peuvent révéler la lithologie des roches de surface, alors que la texture. L'utilisation des images radar à des fins cartographiques a beaucoup progressé depuis quelques années permettant la réalisation automatisée de cartes topographiques ainsi que des cartes thématiques portant sur la végétation, la géologie, l'océanographie, ...etc. De nombreuses applications se trouvent aussi dans le domaine militaire, dans la prospection minière, la météorologie, l'hydrologie ainsi que plusieurs autres. [8]

### **7.2. Evolution**

L'utilité des images satellitaires s'est accrue par l'introduction de nouvelles technologies pour capter les images et par l'utilisation d'algorithmes poussés de traitement d'images et de techniques de l'intelligence artificielle telle les réseaux Neuroniques.

### **7.3. Traitement**

Le traitement des images satellitaires consiste à détecter des caractéristiques tels la réflectance spectrale, la texture, dans le cas où les structures géologiques auraient une influence marquée sur le paysage, des phénomènes physiques plus profonds. Par exemple, les différentes textures rencontrées dans une image servent à la classifier en zones de végétation différentes, en zones urbaines, ... etc.

Auparavant, les géologues se servaient de beaucoup moins d'outils dans leur traitement. De nos jours, l'évolution dans le traitement d'image et dans l'intelligence artificielle conduit à de nombreuses applications dans le domaine, par exemple, la correction géométrique, le filtrage de bruit, la détection du gradient avec des filtres directionnels. [8]

### 7.4. Technologie

L'évolution technologique a permis d'utiliser les domaines du visible, de l'infrarouge et des micro-ondes et de les combiner afin d'améliorer la résolution et d'augmenter la quantité d'information contenue dans l'image. Des instruments beaucoup plus sophistiqués sont utilisés comme le radar à synthèse d'ouverture qui, grâce à sa sensibilité à la rugosité et à la morphologie de surface, nous fournit un nouvel outil pour entreprendre l'étude de cet environnement. Dans notre projet, les images traitées sont celles acquises par google earth qui utilise le satellite Spot. [8]

### 8. Conclusion

Nous avons consacré ce chapitre aux images satellitaire, où nous avons commencé par définir une image satellitaire, puis présenter les différentes étapes du système de télédétection, leur domaine d'application ainsi que leur type. Une étape d'une grande importance qui est le traitement des images satellitaire a été développé en fin de chapitre ; allant de l'utilité de cette dernière jusqu'à la technologie utilisée pour ce système.



*CHAPITRE III*

*Segmentation*

*D'image*

## I. Introduction:

L'analyse d'image a pour but de l'extraction de l'information caractéristique contenue dans une image. Le résultat d'une telle analyse s'appelle très souvent la description structurelle. Celle-ci peut prendre la forme d'une image ou de toute structure de donnée permettant une description des entités contenues dans l'image. Par opposition avec la phase d'interprétation, l'analyse tente, dans la mesure possible, de ne pas prendre en compte le contexte (l'application). Essentiellement l'analyse de l'image fait appel à la segmentation ou l'on va tenter d'associer à chaque pixel de l'image d'un label en s'appuyant sur l'information portée (niveau de gris ou couleur) sa distribution spatiale sur le support image des modèles simples.

## II. Définition de segmentation:

La segmentation est une opération de traitement d'image qui consiste à trouver des zones homogènes dans une image, ou d'une manière plus générale de séparer les différents pixels ayant des propriétés communes si la segmentation sépare deux classes de pixels elle est appelée aussi binarisation. L'homme sait naturellement séparé des objets dans une image.

Pour séparer un objet d'un fond l'homme se base sur des connaissances de haut niveau qui lui permettent de détecter ce qui l'intéresse: dans l'image. En si traitement d'images, la segmentation est partitionnement d'une image  $R$  en  $N$  Région  $R_i$  (ensemble de pixels) disjointes et homogènes selon un critère  $c$  détermine (couleur, intensité, texture, niveau de gris, indice...) [5]

$$R = \bigcup_{i=0}^{n-1} R_i, R_i \cap R_j = \emptyset, j \in \{0, \dots, N-1\}$$

### **III. Les techniques de segmentation:**

Les techniques de segmentation peuvent être classées en trois grandes familles:

- a) Les approches de type classification dans lesquelles nous retrouvons des méthodes monodimensionnelles (seuillage), multidimensionnelles et Markoviennes.
- b) Les approches frontières.
- c) les approches régions.

Les deuxième et troisième approches étant duales, la frontière entourant chaque région définit un contour fermé et chaque contour fermé décrit une région [1].

#### **III.1. Méthodes monodimensionnelles ou seuillage :**

L'attribut analysé est, dans la plupart des cas, le niveau de gris. Une analyse de l'histogramme de l'image permet de dégager automatiquement des classes et donc des seuils séparant ces classes.

Les seuils sont les minima locaux de l'histogramme permettent de séparer les modes (classes) entre eux. Il est parfois nécessaire d'adopter une approche locale lorsque l'histogramme est globalement inexploitable (histogramme global uni modal résultant de la superposition de plusieurs modes).

Dans la méthode proposée par Nakagawa on locale de l'histogramme de chaque bloc est menée afin d'extraire un seuil (cas bimodal) ou deux seuils (cas tri modal). Ces approches ont l'avantage de la rapidité des traitements; elles appliquent pour la plupart le même traitement sur toute l'image. Elles nécessitent en tout cas de fixer des paramètres (seuils, nombre de classes

souhaitées, paramètres de distributions) traduisant une information à priori conditionnant la qualité de la segmentation obtenue.

### **III.2. Méthodes multidimensionnelles:**

Les approches multidimensionnelles sont couramment utilisées en analyse d'image issue de la télédétection. Elles permettent de traiter les images multi-spectrales et les images texturées dont la simple analyse du niveau de gris se révèle insuffisante dans le cas d'images texturées, il devient nécessaire d'analyser chaque pixel à l'aide d'un groupe d'attributs calculés localement, sur une fenêtre centrée sur le pixel. On parlera alors de Texel (abréviation de texture élément), composé des coordonnées du pixel, de la taille de la fenêtre d'analyse et du vecteur d'attributs. Ces attributs peuvent être de simples moments statistiques comme la moyenne ou la variance.

### **III.3. Approches frontières:**

La détection de contours se définit comme la recherche de discontinuités locales de transitions entre zones de différentes couleurs, textures, niveau de gris et toutes les composantes de l'image et non sur une seule, si Ton considère que l'image numérique est le produit d'un échantillonnage d'une fonction continue a support borné et continûment dérivable, on peut alors utiliser des techniques dérivatives pour détecter les variations du signal mesuré et localiser ses points de rupture. Les approches contour ont pour objectif de détecter les discontinuités en niveau de gris, couleurs ou textures dans l'image. On procède généralement en quatre étapes:

1. Application d'un opérateur de détection de contours
2. Localisation des contours, devant correspondre aux frontières entre régions homogènes de l'image.
3. Suivi des points de contour pour extraire les chaînes de points qui, constituent les frontières.
4. Fermeture des contours afin d'obtenir les régions définissant ainsi une partition de l'image. [7]

### **III.3.1. Les opérateurs de détection de contours:**

Les approches dérivatives procèdent par une détection des variations de luminance dans l'image. Une première technique consiste à appliquer des filtres à réponse impulsionnelle finie qui calculer une approximation de la dérivée première ou seconde du signal bidimensionnel associé à l'image. Les opérateurs de Prewitt & Sobel sont des masques de convolution qui détectent un gradient dans une direction donnée. On peut extraire la norme du gradient et sa direction.

L'opérateur de Marr-Hilbet (approche dérivative de second ordre) se présente sous la forme d'un masque défini selon le laplacien d'une gaussienne et dont les passages à zéro traduisent une discontinuité maximum. Ces opérateurs sont des filtres passe haut qui ont tendance à amplifier le bruit. Cette sensibilité au bruit, encore plus forte pour les opérateurs de second ordre (d'où la gaussienne), peut être diminuée en augmentant ta taille du masque.

L'approche cherche un filtre optimal pour détecter un échelon noyé dans un bruit blanc selon trois critères :

1. Une bonne détection qui consiste à avoir le meilleur rapport signal à bruit.
2. Une bonne localisation du contour qui suppose que la distance entre la réponse maximale du filtre et le contour réel doit être faible.

3. La faible multiplicité des réponses pour un seul contour. Canny propose une solution à base de filtres combinant dérivée de gaussienne comme réponse du filtre et Laplacien de gaussienne pour la bonne localisation du contour.

### **III.3.1.1. Localisation des contours :**

Certains détecteurs de contour (approche optimale) ont déjà pris en compte le problème de la bonne localisation des contours. Mais les techniques de simple filtrage de type Sobel fournissent une image de gradient qu'il convient de traiter afin de ne conserver que les pixels de contours correspondant à une vraie frontière dans l'image. Pour certains problèmes, un simple seuillage peut souvent permettre d'extraire les points de contours significatifs si l'on dispose de suffisamment d'informations a priori. Le choix d'un tel seuil est spécifique au type d'image traitée: un seuil trop bas lissera trop de points de contour (contour épais et faux contours dus au bruit) tandis qu'un seuil trop haut éliminera des points de contours de façon précoce.

Un tel seuil global est donc souvent difficile voire impossible à déterminer. Une approche locale et adaptative peut souvent donner de bons résultats si l'on apporte de nouvelles contraintes (informations a priori) à la sélection d'un point contour. Les contraintes traduisent le fait qu'un point de contour significatif fait partie d'une ligne de crête c'est-à-dire :

- 1- La réponse du filtre (le gradient) en ce point doit être forte
- 2- Le gradient le long de la ligne reste fort, autrement dit le gradient des sites perpendiculaires à la direction du gradient est fort.
- 3- Le gradient s'affaiblit à droite et à gauche de la ligne crête, autrement dit le gradient des sites placés dans la direction (devant, derrière) du gradient est plus faible qu'au site courant.



De ces contraintes supplémentaires, a été extrait un ensemble d'algorithmes permettant de localiser les points de frontières. Citons l'algorithme de suppression qui supprime tous les points dont la norme du gradient n'est pas supérieure à celle des deux points situés dans la direction du gradient. Un seuillage à hystérésis procède dans une première étape à un marquage de tous les sites dont la norme du gradient est supérieure à un seuil  $t_0$ . Ce seuil doit être suffisamment élevé pour éliminer les contours dus au bruit. Dans une seconde étape, on analyse tous les sites dont la norme du gradient est supérieure à un seuil  $t_0$  (avec  $t_0 < t_i$ ) et qui ont un voisin marqué. On itère cette deuxième étape tant qu'il y a au moins un nouveau site marqué.

### **III.3.1.2. Suivi de contours:**

Les points de contour significatifs étant localisés, il s'agit maintenant d'extraire les chaînes de points qui constituent les frontières entre les régions de l'image. Il existe un vaste échantillon d'algorithmes traitant ce problème, ayant en commun une approche locale sur le choix du prochain point de contour à ajouter à une chaîne. Ils sont plus ou moins bien adaptés à une bonne prise en compte de l'information a priori qui conditionne la qualité du résultat obtenu. Le suivi de ligne de crête par approche classique cherche à fabriquer une chaîne de points de contour à partir des sites où le gradient est maximum. Afin d'éviter les contours dus au bruit, l'image des gradients est seuillée, une alternative consiste à rajouter des contraintes aux seuils portant sur les normes de gradient.

### III.3.2. Codage de FREEMAN:

On code chaque point d'un contour en fonction de la direction que l'on doit prendre pour trouver son premier voisin appartenant à ce contour.

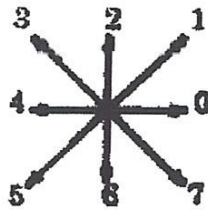


Figure (2.1). Code de Freeman (8-connexité)

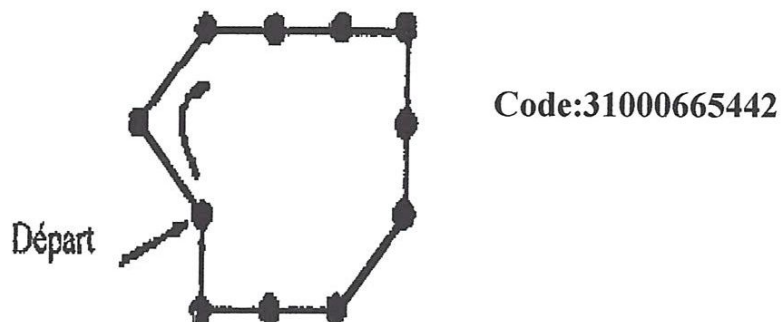


Figure (2.2).codage à l'aide du code de Freeman

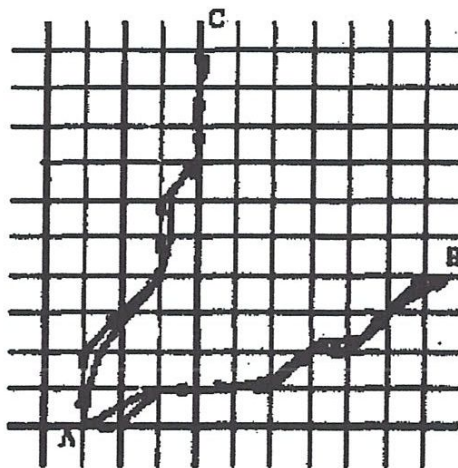
Le contour d'un objet est représenté par un code numérique. A priori n'importe quel point du contour peut être choisi comme point de départ.

➤ **Propriétés:**

- Un surcodage est possible, en convenant que:  $i_p = \underbrace{(i, \dots, i)}_{p \text{ fois}}$
- Le code permet de fournir un encadrement assez précis de la longueur d'une courbe, et permet de calculer les différents moments d'image.
- Le codage est invariant en translation de l'objet, mais pas en rotation.
- Le codage peut servir à comparer deux courbes quelconques, par corrélation.

Si la chaîne de référence s'écrit :  $a_1, \dots, a_n$ . Et la chaîne à comparer:  $b_1, \dots, b_n$ , avec  $n \leq m$ , La corrélation des deux chaînes est donnée par:

$$I_{ab}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(a_i - b_{i+j}) \frac{\pi}{4}$$



**Courbe AB:010001011**

**Courbe AC:2211221222**

### **III.3.3. Transformée de Hoogh:**

La transformée de hough (apparue en 1962) est un outil classique de l'analyse d'image qui permet de détecter la présence de courbes ayant une forme paramétrique (droite, conique ...) connue. Nous l'introduisant dans le cas particulier de la droite mais sa généralisation ne pose pas de problème mathématique l'idée sous-jacente à la T.H est d'associer au plan image un plan (ou un espace de dimension plus élevée d'accumulateur liés aux paramètres de la courbe recherchée). L'image est tout d'abord prétraitée afin d'en extraire un ensemble de points caractéristique susceptibles d'appartenir aux courbes recherchées à chaque présence dans l'image d'un ensemble de points caractéristique compatibles avec un ensemble de paramètres données on incrémente les accumulateurs attachés aux valeurs de ces paramètres ou ramène ainsi la détection de courbes à un problème "classique" d'analyse de données. Ainsi, dans le cas de détection de droites on peut choisir de paramétrer toute droite avec les deux coefficients  $a$  et  $b$  l'équation  $Y = a x + b$  satisfaite du plan ( $a, b$ ) Un choix plus judicieux de paramétrisation est d'utiliser un système de coordonnées polaires. [8]

Considérons un pixel  $p(x,y)$  qu'un opérateur D.D.F (Opérateurs de Détection de Frontière) a permis de détecter localement ce point  $p$  appartient à toutes les droites.

L'équation est en coordonnée polaire

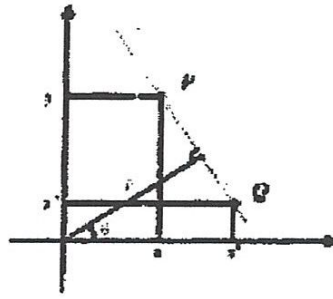


Figure (2.3) Représentation en coordonnée polaire

$$x\cos(\theta) + y\sin(\theta) = \rho$$

L'équation (2.3) dépend du paramètre  $\theta$  (ou  $\rho$ ). Il y a donc une infinité de droites possibles.

Cependant, nous avons une relation liant  $\rho$  à  $\theta$ . Soit Q un autre point sélectionné. Grace à lui, nous obtenons une seconde relation qui permet de ne trouver qu'un seul couple  $(\rho, \theta)$  pour les quels p et Q sont sur la droite.

#### **III.4. Segmentation par approche Région :**

Le seconde type de méthodes s'attache au contraire a rechercher les zones homogènes de l'image, on définit la région comme une ensemble connexe de pixels. La segmentation d'une image a définie sur une ensemble de sites S est une partition de S en sous-ensembles disjoints non vides  $R_j$  pour  $i=1,2,\dots,\dots,M$ . Appelés régions contenant des sites connexes au sens d'une prédicat et tels que : [6]

### **III.4.1.Split and merge:**

L'algorithme Split a été proposé par Horowitz et Pavlidis en 1974. Le processus est décomposé en étapes. L'image initiale peut être une première partition résultant d'une analyse grossière ou bien l'image brute. Dans la première étape, ou division on analyse individuellement chaque région  $X$ , Si Celle-ci ne vérifie pas le critère d'homogénéité, alors on divise cette région en blocs (le plus généralement en 4 quadrants) et l'on réitère le processus sur chaque sous-région prise individuellement.

On peut tout à fait initier le processus en considérant que la première région est composée de toute l'image.

Dans la deuxième étape, ou réunion, on étudie tous les couples de régions voisines  $(x_k, \dots, x_j)$ . Si l'union de ces deux régions vérifie le critère d'homogénéité, alors on fusionne les régions. La principale difficulté de cette approche réside bien sûr dans le parcourt de l'ensemble de tous les couples de régions voisines.

### **III.4.2. Principe générale sur le seuillage et la binarisation :**

#### **➤ Définition du seuillage :**

Il existe deux grandes familles de seuillage:

#### **a. Seuillage fondé sur l'analyse de l'histogramme :**

L'algorithme de seuillage va déterminer un seuil ou plusieurs seuils, cela va dépendre en fait de la nature de l'image et de son histogramme associé. En fait si celui-ci correspond à une image Bimodale l'algorithme trouvera un seul seuil. Si celui-ci correspond à une image multimodale L'algorithme trouvera plusieurs seuils.[9]

Cas d'un histogramme bimodal:

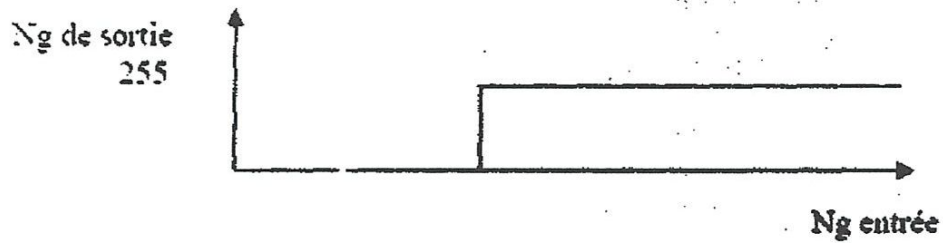


Figure (2.4).cas du seuillage d'un histogramme bi modal.

Cas d'un histogramme multimodal

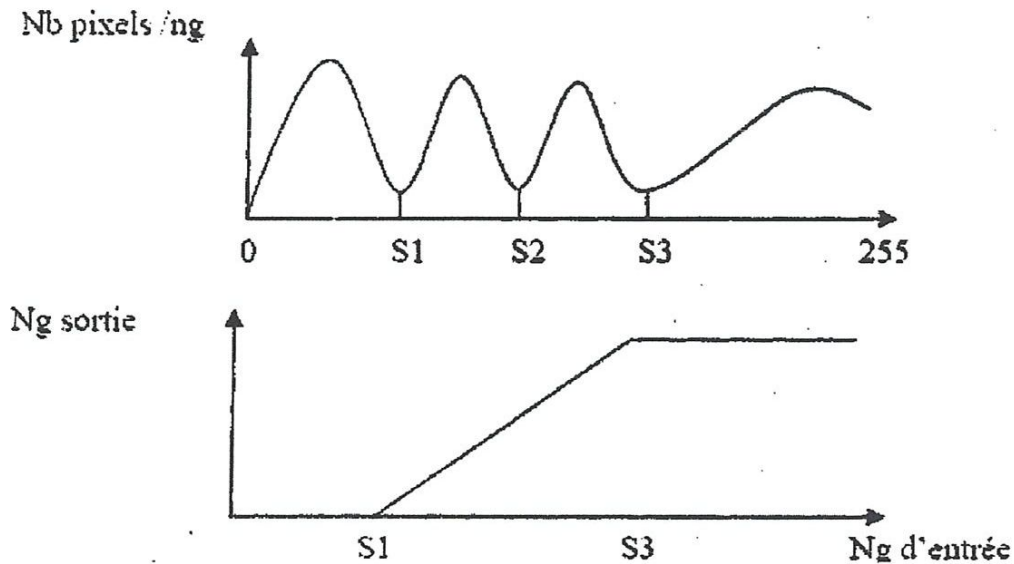


Figure (2.5).cas du seuillage d'un histogramme multimodal.

L'histogramme d'une image est une fonction donnant le nombre de pixels à un niveau de gris particulier en fonction du niveau de gris. Un histogramme peut être vu comme une fonction de densité de probabilité discrète pour une image individuelle dans le sens suivant : Chaque essai pour l'expérience de probabilité est la sélection d'un pixel au hasard à partir de l'image, et

l'événement mesuré est le niveau de gris du pixel choisi. Quand la fonction de densité de probabilité mesurée pour chaque niveau de gris est multipliée par le nombre de pixels dans l'image, les valeurs obtenues sont celles de l'histogramme.

L'histogramme ne contient aucune information relative à l'emplacement des pixels ni sur la proximité relative de deux pixels. Par contre, l'information qu'il contient peut concerner notamment la brillance apparente et le contraste d'une image, et il est utilisé en traitement d'images pour manipuler ces caractéristiques d'une image.

Une fois que l'histogramme d'une image est connu, les niveaux de gris de l'image peuvent être Manipulés pour changer l'histogramme de la manière souhaitée. On peut par exemple souhaiter Améliorer le contraste, changer le niveau de brillance ou faire correspondre l'histogramme à celui d'une autre image. On rappelle que toute technique de modification de niveaux de gris, dont la modification d'histogramme est un exemple, est basée sur la création d'une correspondance («mapping » en anglais) entre les niveaux de gris de l'image originale et les niveaux de gris correspondant dans l'image modifiée.

Dans des applications limitées, l'analyse d'histogramme pour déterminer des seuils a aussi été utilisée.

L'histogramme est calculé pour les valeurs d'intensité de l'image et analysé pour déterminer l'établissement d'un seuil permettant de séparer un objet du fond. Souvent les objets, cellules, chromosomes, ..., sont tels qu'ils ont des valeurs caractéristiques très différentes de celles du fond. Ce type d'analyse est applicable dans ces cas plus généraux qu'un initialement envisagée.



**b. Seuillage Adaptatif :**

Le seuillage adaptatif est un type de seuillage paramétrique, c'est-à-dire qu'il tient compte des variations d'éclairements présents dans l'image. En fait ce type d'opération fait intervenir les plus proches voisins d'un pixel.

On doit décrire en fait une équation de type  $ng = f(x, y)$  pour obtenir en fait le niveau de gris d'un pixel par rapport à ses coordonnées dans l'image. En traitement d'image on va donc utiliser un élément structurant sous forme de matrice.

**c. Binarisation à partir d'un seuil :**

Le seuillage va permettre de produire une matrice image binarisée c'est-à-dire une matrice contenant que des valeurs égales à 0 ou 255 si on raisonne dans l'ensemble  $[0..255]$ , ou de 0 et 1 si on travaille dans l'ensemble  $[0..1]$ . On produit donc une matrice image dite tout ou rien. Le seuillage, comme nous venons de le dire, permet de produire une image binarisée, c'est-à-dire en Noir et blanc. L'objet est généralement représenté par la couleur noire et le fond par le blanc.

L'algorithme qui en résulte est très simple, il suffit d'attribuer à tout le pixel ayant un niveau de gris Supérieur à la valeur seuil la couleur blanche (1 ou 255). Dans le cas contraire on leur attribue la couleur noire (0).

**III.4.3. Morphologie Mathématique:**

La morphologie mathématique est un ensemble de méthodes d'analyse d'images Elle offre un grand nombre d'outils très puissants de traitement et d'analyse d'images que l'on retrouve sous différentes rubriques dans certains

Logiciels d'analyse d'images et même de retouche d'images. Les outils proposés ont été développés au départ pour traiter des images binaires: on fait alors de la morphologie mathématique ensembliste. Leur utilisation a été ensuite étendue aux images en niveaux de gris: on parle, à ce moment, de morphologie mathématique fonctionnelle. A noter que certains opérateurs fonctionnent désormais sur des images couleurs. Le principe de base de la morphologie mathématique est de comparer l'image à analyser par rapport à un ensemble de géométrie connue appelé élément structurant que l'on déplace de façon à ce que son origine passe par toutes les positions de l'image, pour mettre en évidence certaines caractéristiques de l'image, En suivant ce principe, il est alors possible de :

- ✓ Rechercher la plus grande valeur, ou la plus petite, dans le domaine de l'image défini momentanément par la présence de l'élément structurant et l'affecter au pixel de l'image sur lequel le centre de l'élément structurant est positionné: on définit ainsi respectivement l'opérateur de dilatation ou celui d'érosion, utilisés tous les 2 aussi bien en morphologie mathématique ensembliste qu'en morphologie mathématique fonctionnelle
- ✓ Rechercher, dans l'image, une configuration géométrique de pixels particulière correspondante à celle de l'élément structurant utilisé : ceci définit les opérateurs d'épaississement et d'amincissement. A la différence de ceux utilisés pour une dilatation ou pour une érosion, les éléments structurants des épaisissements ou des amincissements sont définis aux rotations près ; ceci signifie que pour chaque pixel de l'image, on fait tourner le centre de l'élément structurant dans toutes les directions de la trame et on raisonne, pour chacune d'elle, de la même façon.

- ✓ Notons que l'érosion et la dilatation sont respectivement un cas particulier de l'amincissement et de l'épaississement.

Terminons en disant que la recherche d'une configuration géométrique de pixels particulière n'est utilisée qu'en morphologie mathématique ensembliste mais qu'elle pourrait théoriquement tout à fait être transposée à la morphologie mathématique fonctionnelle.

#### **III.4.4. Segmentation par décomposition /fusion:**

La segmentation par division /fusion (split and merge ) repose sur une structure de l'image en région faisant intervenir leur adjacence alors que la division requiert une bruluration à prioné.

##### **Exemple 1 :**



Lenna



Après division



Après fusion

##### **Exemple 2 :**



Lenna



Sélection région



Division

**III.5. Segmentation basée sur la connaissance globale :**

On part ici d'un rapport qu'entretient pixel individuellement avec des informations calculées sur toute l'image comme par exemple la moyenne des niveaux de gris de l'ensemble des pixels ou la valeurs permettant de segmenter l'image en deux région comportant le même nombre de pixels les pixels appartenant à une même classe et étant connexes formant des régions.

**III.6. Segmentation pixellaire basé (sur les pixels):**

Dans cette approche la segmentation devient un problème de classification. la segmentation devient s'appuie sur des décisions prises au niveau des pixels chaque pixels devient un élément à classer et on assigne chaque point de l'image aux différentes classes caractéristiques par une valeur particulière de l'attribut mesuré en a point.

Le regroupement de ces points est pris dans la plupart des cas comme un problème de classification non supervisée, pour deux raisons le nombre de classes est inconnu ou bien que le nombre de classes est connu à priori, mais il est très difficile d'opter pour des prototypes pour chaque classe vu leur grande variabilité et le nombre énorme d'élément à classer.



CHAPITRE VI

*L'application*

## Chapitre 4

### 4. Résultats et discussions :

Nous avons choisi l'image bateau et image pièce avec une résolution de 256x256 points. Les échantillons des deux images sont codés sur 8 bits, c'est-à-dire 256 niveaux de gris.

On s'intéresse beaucoup à l'approche contour et nous avons donné des résultats sur le suivi de contour dans une image et la détection de contour par le modèle de Canny et le modèle de Sobel, et le Laplacien (Gaussienne).

Notre objectif est de faire une étude comparative entre le modèle de Canny et le modèle de Sobel.

#### 4.1. Modèle de Canny :

Hypothèses de Canny : Il raisonne en 1D, il modélise le contour à détecter par un échelon unitaire bruité par un bruit blanc gaussien additif, de variance connue. Contraintes : Le filtre détecteur  $h$  doit maximiser les critères de bonne détection, de bonne localisation et d'unicité.

-Critère de bonne détection :

$$\sum = \frac{|\int_{-w}^{+w} h(X) dx|}{[\int_{-w}^{+w} h^2(x) dx]^{\frac{1}{2}}}$$

Critère de bonne localisation :

$$A = \frac{|h(0)|}{[\int_{-w}^{+w} h'^2(X) dx]^{\frac{1}{2}}}$$

Critère d'unicité

$$X_{max} = \frac{\left[ \int_{-w}^{+w} h'^2(X) dx \right]^{\frac{1}{2}}}{\left[ \int_{-w}^{+w} h''^2(X) dx \right]^{\frac{1}{2}}}$$

#### **4.2. Modèle de Sobel :**

La transformée de l'image de départ par une convolution avec la matrice de Sobel X (image de droite) qui nous donne les contours suivant l'horizontale.

- la transformée de l'image de départ par une convolution avec la matrice de Sobel Y (image de gauche) qui nous donne les contours suivant la verticale.

Ensuite pour avoir la direction, il suffit de calculer l'arc tangente de Sobel Y/Sobel X. Pour afficher les résultats sous formes d'images, les valeurs des pixels ont été modifiées: toutes les valeurs des pixels ont été ramenées entre 0 et 255. Mais une convolution par Sobel peut engendrer des valeurs négatives ou supérieures à 255,

Pour le calcul du gradient on utilise le modèle de Sobel, l'opérateur de lissage permet de déterminer l'épaisseur des frontières ainsi extraites.

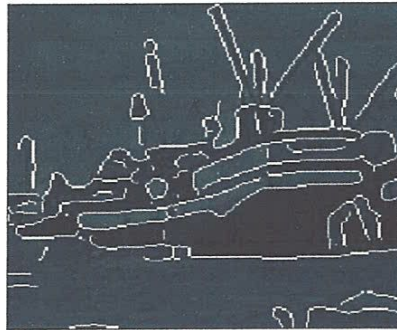
## 1. Approche frontière : Détection de contour :

### 1.1. Détection de contour Par canny :

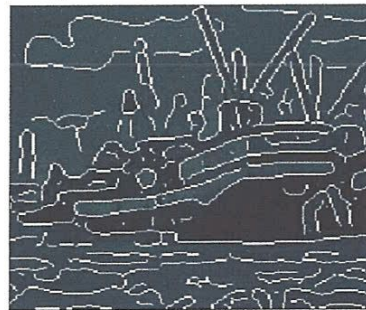
Image originale



Canny,  $\sigma = 2$ , seuil par défaut = [0.0813, 0.203]

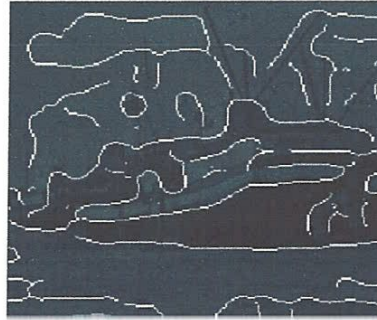


Canny,  $\sigma = 2$ , seuil = [0.005, 0.1]

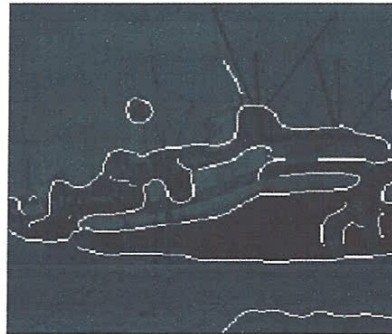




Canny,  $\sigma = 4$ , seuil = [0.005, 0.1]



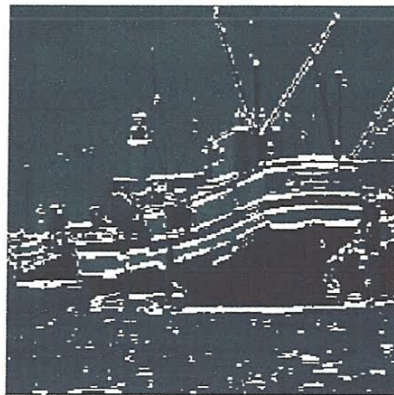
Canny,  $\sigma = 4$ , seuil par défaut = [0.106, 0.266]



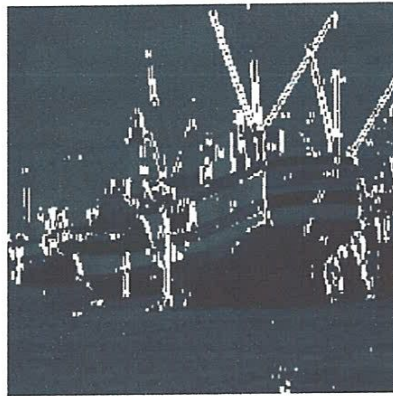
**Figure (1.1).** Masque de Canny

**1.2. Détection de contour Par gradient (Modèle de Sobel) :**

Gradient (comp. verticale), seuil = 0.25



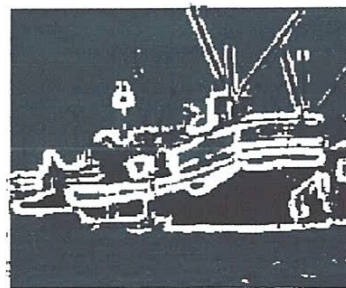
Gradient (comp. horizontale), seuil = 0.25



Norme  $L_1$  du gradient, seuil = 0.25



Norme  $L_1$  du gradient, image filtrée, seuil = 0.25



F  
i  
g  
u  
r

Figure (1.2). Masque de Sobel

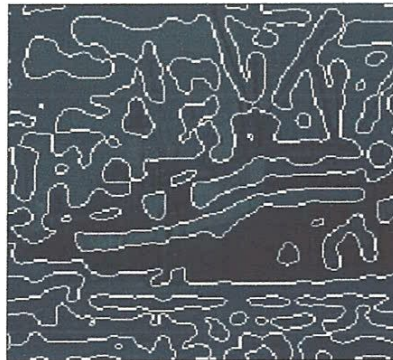
### 4.3. Autre application

#### 1.3. Détection de contour Par Laplacien :

Laplacien,  $\sigma = 2$ , seuil = 0



Laplacien,  $\sigma = 4$ , seuil = 0



Laplacien,  $\sigma = 4$ , seuil = 0.00188

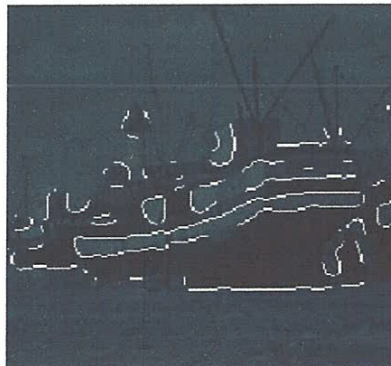


Figure (1.3). Masque de laplacien :

### 1.3. Détection de contour par Seuillage par hystérésis

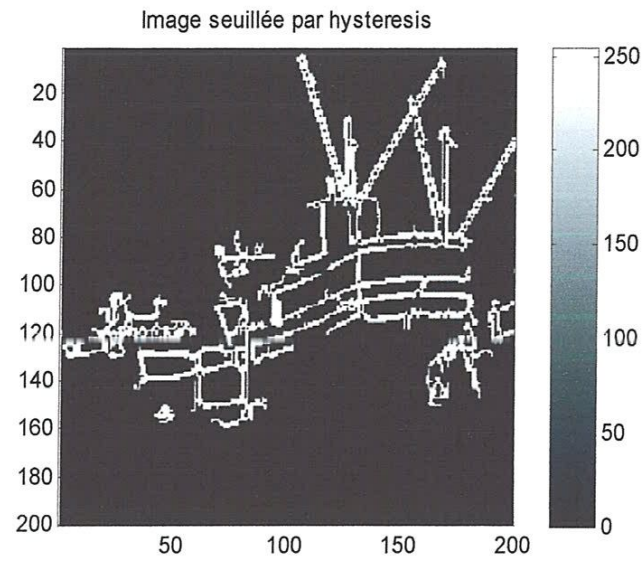
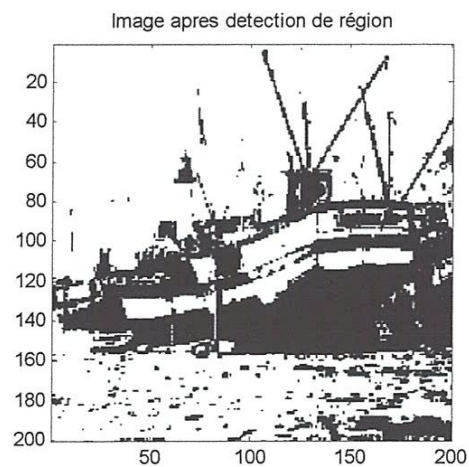


Figure (1.4). Seuillage par hystérésis

## 2. Approche région :

### 2.1. Segmentation par analyse de l'histogramme :



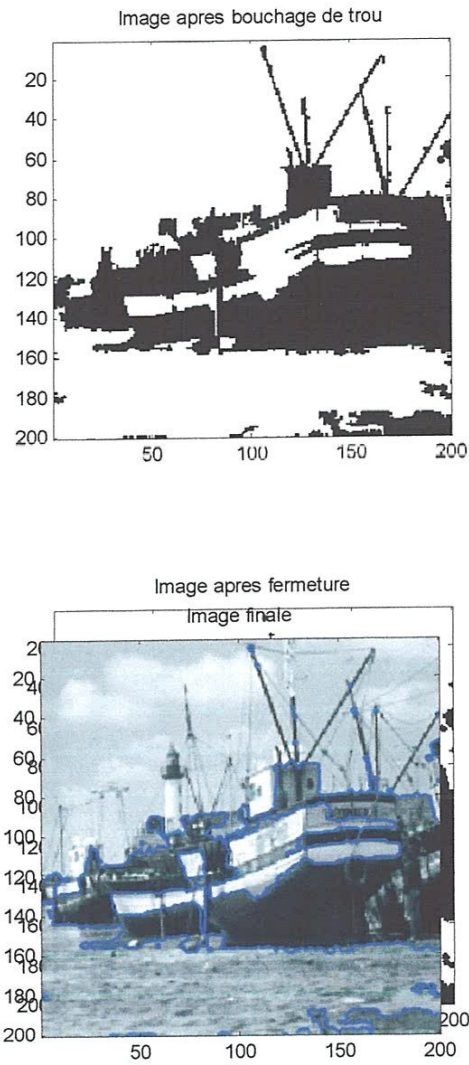
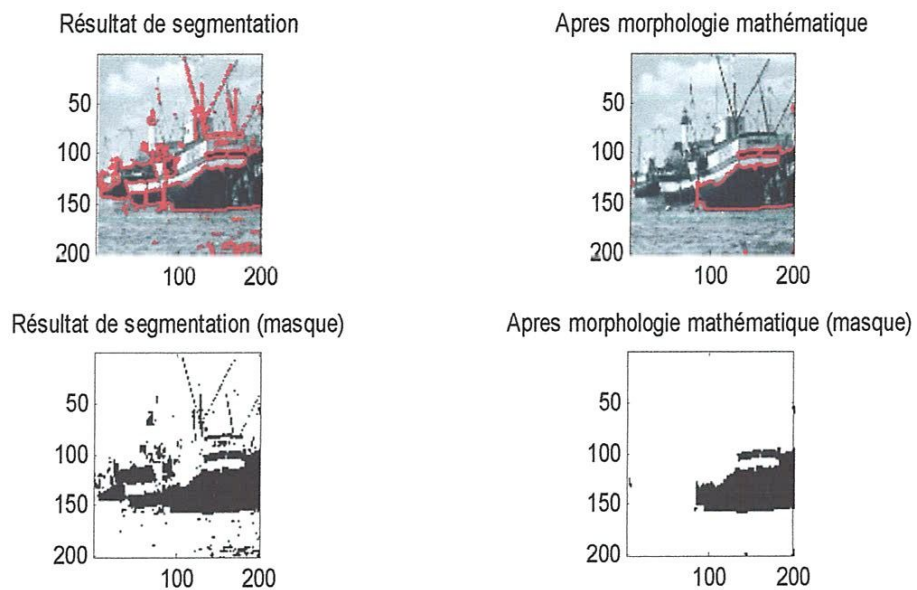


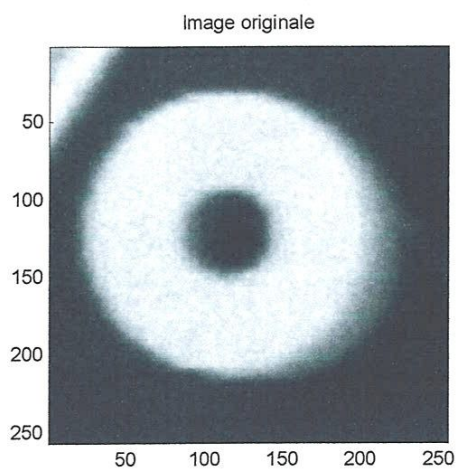
Figure (1.5). Masque d'histogramme

**2.2. segmentation par croissance de région :**



**Figure (1.6). Croissance de région**

**2.1. segmentation par analyse du quadtrée :**



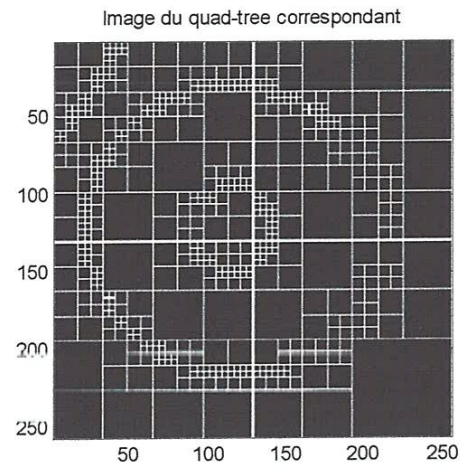
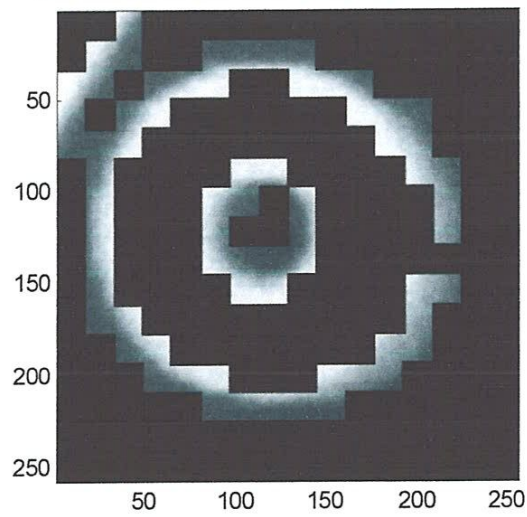


Image de segmentation obtenue apres analyse du quad-tree correspondant



**Figure (1.7).** Analyse quadtrée

#### 4.4 Discussion :

Notre but de donner une comparaison entre le modèle de Canny et le modèle de sobel. Nous obtenons des résultats bien déterminés pour le masque de sobel par rapport aux résultats obtenus pour le masque de Canny, les résultats correspondants sont représentés par les figures

(et ()).

*indique la figure*

Le modèle de Canny à comme avantages des opérateurs simples, et comme inconvénients, la largeur du filtre dépendant du sigma.

A la fin nous choisissons le modèle de sobel qui reste l'un des meilleurs pour ce type d'applications.



## Conclusion générale

Nous avons présenté, dans ce mémoire plusieurs algorithmes concernant la segmentation d'image .Ce travail a été reparti en trois parties.

Pour la première partie, nous présentés des généralités sur le traitement d'images avec des notions principales concernant la notion d'image et les différents algorithmes, tels que la restauration, la compression et la segmentation d'image.

Pour la deuxième partie nous avons présenté des images satellitaires Nous avons consacré ce chapitre aux images satellitaire, où nous avons commencé par définir une image satellitaire, puis présenter les différentes étapes du système de télédétection, leur domaine d'application ainsi que leur type

Ensuite notre travail à été orienté vers la segmentation d'image, nous avons donné la définition de la segmentation d'image, puis ont parlé les méthodes déterministes

Enfin dans quatrième partie et l'application nous sommes intéressés à l'étude pratique de la détection de contour, on choisit comme opérateur de détection le masque de Canny et le masque de Sobel, D'après l'étude théorique et les résultats obtenus, nous avons conclu que le modèle de Sobel est le modèle le plus efficace et reste le mieux adapté pour la majorité d'applications à cause de la bonne détection des contours.

# Bibliographie

- [1] <http://www.I-Space - imagerie satellitaire et observation du sol.htm>
- [2]<http://www.kaddour.com/chap1/chap1.htm #définition%20images>
- [3] [http://fr.wikipedia.org/wiki/analyse\\_spectrale#signaux](http://fr.wikipedia.org/wiki/analyse_spectrale#signaux)
- [4] **A. GAGALOWICZ** « Vers un modèle de texture » Thèse de doctorat d'état et sciences Mathématiques, Université de Paris VI.1983.
- [5] **H. ABDI** « Les réseaux de neurones» Presse universitaires de Grenoble 1994.
- [6] **Goesta Granlund Michel Kocher** « Traitement numérique des images »Presses polytechnique et universitaire romandes et GNET-ENST.1993.
- [7] **S. Chelih & E. Bouguern** «Discrimination de texture par perceptron multicouches» Mémoire d'ingénieur en informatique, Université de Guelma, 2006.
- [8] **R. Rouhana** « Détection des linéaments dans les images de radar\_SAT par les réseaux de neurone cellulaire » école de technologie supérieur université du QUEBAC 1998.
- [9] **N.Béchairai & H. Selmioui** « Classification supervisée par les réseaux de neurone sartificiels ».mémoire d'ingénieur en électronique université de Guelma 2006.
- [10] **W. Belguidoum & B. Guerzize** « Système de détection de visages par méthode hybride, détection de Peau et Template Matching » Mémoire d'ingénieur en informatique, Université de Guelma, 2005
-