

République Algérienne Démocratique et Populaire

*Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique*

UNIVERSITE AMAR TELIDJI

LAGHOUAT



**FACULTE DES SCIENCES ET DE L'INGENIERIE
DEPARTEMENT DE GENIE INFORMATIQUE**

PROJET DE FIN D'ETUDES

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN INFORMATIQUE
OPTION : Intelligence Artificielle**

THEME

Extraction de scènes à partir des images satellitaires d'une zone parcellaire d'une région

Réalisé par :

- Chakali Amina
- Mahdjoubi Amel

Encadré par :

M^{me}. Guibadj Fatna

Promotion 2009/2010

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu qui nous a procuré ce succès, Louange à notre créateur qui nous a incité à acquérir le savoir, c'est à Dieu que nous adressons toutes notre gratitude en premier lieu.

Tout d'abord, on adresse nos plus vifs remerciements à notre promotrice Mme Guibadj Fatna pour les conseils avisés qu'elle nous a toujours prodigué, pour les connaissances dont elle nous a fait bénéficier, son suivi attentif et sa confiance qui nous a été très précieuse. Aussi je tiens à la remercier pour nous avoir fait l'honneur de nous encadrer.

Nous remercions les membres du jury Mme Bouzouad Hadda et Mme Chettih Attika, pour l'honneur qu'ils nous ont fait de participer à ce jury.

Nos profondes reconnaissances à l'ensemble des enseignants du département de l'informatique, Université de Laghouat.

Enfin, nous remercions toute personne qui nous a aidé et encouragé de près ou de loin, à la réalisation de ce travail et tout au long de notre chemin universitaire.

Dédicaces

Aux êtres les plus chers qui ont été présent dans les moments les plus difficiles : ma mère et mon ami intime mon père et que je lui dis que tu es toujours avec moi même après ta mort et c'est grâce à eux que j'ai pu arriver à ce niveau.

A mes sœurs hamida, Zohra, Malika, Abdelfattah, Hanaa, Yacine, Rabiaa et à mon oncle Fawzi et sa femme Meriem et sa belle fille Djihane et Zouzou.

A la chère mère de Amina et son père je les remercie pour tout ce qu'ils m'ont fait, à Meriem, Halima et la petite belle fille Houria .

A toute ma famille Mahdjoubi et goul sans exception.

A mes amies C.Aicha, N.Ahlem, N.Aicha, Y. hadjer, D.faiza, B.zohra, T.Siham, H.Siham, B.Ahlem.

A mes frères G. Oussama et Z.Mohamed et mon binôme Amina que je la souhaite une très belle vie.

Amel

Dédicaces

Aux êtres les plus chers qui ont été présent dans les moments les plus difficiles : ma chère mère et mon cher père, je les remercie pour leurs aides, leurs encouragements et leurs sacrifices, c'est grâce à eux que j'ai pu arriver à ce niveau.

A mes chères sœurs Meriem, Halima et Houria.

A mes deux grands mères et grands pères et spécialement ma chère grand mère Boucherit Kheira et à toutes mes tantes et tous mes oncles.

A toute ma famille Chakali, Boucherit sans exception et sans oublier la famille Mahdjoubi.

A mon cher ami A.Mohamed Khaled et je le remercie pour son aide et sa gentillesse.

A mes amies B.Nacira, D.Nadjet, M.Fatima, B.Loubna, B.Siham, H.Siham, T.Rachida.

En fin je dédie ce fruit à mon amie et sœur Mahdjoubi Amel et mes deux frères G.Oussama, Z.Mohamed.

Amina

Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans le domaine de traitement d'images, ce domaine qui est parmi les plus étudiés depuis l'avènement de l'informatique et aussi grâce au développement des capteurs.

Aujourd'hui la télédétection est fortement utilisée pour plusieurs objectifs. Pour ces raisons, il s'est avéré souhaitable et nécessaire de disposer d'outils d'aide à l'analyse et à l'interprétation.

Notre travail traite la segmentation des images satellitaires c.à.d arriver à faire apparaitre des différentes régions (végétation, bâtis,...). Pour ce faire on a étudié et appliqué différentes méthodes comme le clustering, détection de contours, la coopération entre les deux et on a aussi essayé la relaxation sur ces images.

Abstract

This thesis is in the field of image processing, this area is among the most studied since the advent of computers and also because of sensor development.

Today remote sensing is widely used for several purposes. Because of these reasons, it had become desirable and necessary to have tools to help analysis and interpretation.

Our work addresses the segmentation of satellite images i.e. to show different regions (vegetation, buildings, ...). To do this we studied and applied various methods such as clustering, edge detection, cooperation between the two and we also tried the relaxation on these images.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1: généralité sur la télédétection	
1. Introduction.....	3
2. définition de la télédétection.....	4
3. La télédétection : une priorité internationale et nationale.....	4
4. Qui utilise la télédétection et pourquoi.....	4
5. L'évolution de la télédétection.....	5
5.1. Le domaine spectral.....	5
5.2. Le domaine spatial.....	5
5.3. Le domaine temporel.....	6
5.4.Évolution des méthodes d'analyse des données.....	6
6. L'imagerie satellitaire.....	7
6.1. Définition de satellite	7
6.2. Paramètres Orbitaux.....	7.
6.2.1. Orbite géosynchrone.....	8
a)Les avantages	9
b) Les inconvénients	9
6.2.2. Orbite héliosynchrone.....	9
a)Les avantages	10
b) Les inconvénients	10
6.3. Différent type de satellite.....	10
6.3.1. Satellite météorologique.....	10
a)Satellite géostationnaire.....	11
b) satellites polaires.....	12
6.3.2 Satellite d'observation de la terre.....	12
a) Landsat.....	12
b) Spot.....	13

6.3.3. Satellite d'observation marine.....	14
a) Nimbus-7.....	15
6.4. Les plates-formes.....	15
a) Bateaux.....	16
b) Ballons.....	16
c) Avions.....	16
6.5. Les capteurs.....	17
6.5.1. capteur actif.....	17
6.5.2. capteur de luminescence	17
6.5.3. capteur d'orientation	17
6.5.4. capteur en peigne.....	18
6.5.5. capteur passif.....	18
6.5.6. Capteur solaire.....	18
6.6. Définition de L'image	18
6.6.1. L'image numérique.....	18
6.6.2. Définition de l'image satellite.....	19
7. conclusion.....	20

Chapitre 2 : Prétraitement

1. Introduction.....	21
2. Bruit.....	21
a) Le bruit additif.....	21
b) Le bruit multiplicatif	21
3. Les filtres.....	22
3.1. Filtrage Linéaire.....	22
3.1.1. Filtre passe-bas (lissage).....	23
3.1.2. Filtre passe- haut.....	23
3.1.3. Filtre passe bande.....	24
3.1.4. Moyenne.....	25

3.2. Filtrage Non Linéaire.....	26
3.2.1. Filtre médian.....	27
3.2.2. Filtre maximum.....	28
3.2.3. Filtre minimum.....	29
3.2.4. Filtre morphologique.....	30
a)La dilatation	30
b) L'érosion	31
c)L'ouverture.....	32
d) Fermeture	32
4. Amélioration d'images.....	33
4.1. L'histogramme.....	33
4.2.1. Modification d'histogramme	33
a)Amincissement itératif d'histogramme	33
b) Interprétation d'histogramme	33
4.2. Contraste.....	34
Augmentation de contraste	34
Étirement d'histogramme	34
Égalisation d'histogramme.....	34
5. Binarisation.....	35
Pourquoi la binarisation ?.....	35
Algorithme de binarisation.....	35
6. Conclusion.....	36

Chapitre 3 : Extraction de scènes

1. Introduction	37
2. Segmentation.....	37
2.1. Segmentation basée sur les pixels.....	38
2.2. Segmentation basée sur les régions.....	38
2.3. Segmentation basée sur les contours.....	38
3. Approches proposées.....	39
4. Détection de contour.....	39
4.1 Définition d'un contour.....	39
4.2 .Les méthodes de détection de contours.....	40

4.2.1. Méthodes dérivatives du premier ordre (Approche Gradient).....	40
a)Présentation des opérateurs de Roberts.....	40
b) Présentation des opérateurs de Sobel et Prewitt.....	41
c)Présentation des opérateurs de Kirsch.....	42
4.2.2. Méthodes dérivatives du deuxième ordre (Approche Laplacien).....	43
a) La méthode du Laplacien.....	43
b) La méthode de Marr et Hildreth.....	44
4.2.3Méthodes par filtrage optimal (Approche optimale).....	45
La méthode de Canny	
4.3. Interprétation des résultats	46
5 .Clustering.....	46
5.1. K- means.....	47
a)Algorithme K-means.....	47
b) Fonction choix du centre.....	48
c)Fonction calcul du distance.....	48
d) Fonction calcul de nouveau centre.....	49
5.2. Interprétation des résultats.....	49
6. La coopération région-contour (clustering et détection de contours).....	50
6.1. Interprétation des résultats.....	51
7. Relaxation.....	51
7.1. Principe de la méthode.....	51
7.2. Algorithme de relaxation.....	52
7.3. Interprétation des résultats.....	53

8. Conclusion.....	53
--------------------	----

Chapitre 4: Présentation du logiciel

1.Introduction.....	55
2.. Implémentation.....	55
2.1. Outils utilisés.....	55
1. Delphi.....	55
2. Flash.....	55
2.2. Portabilité.....	55
2.3. Documentation.....	55
3. Description de logiciel	56
3.1. La fenêtre extraction de scènes	57
3.1.1. La page image.....	57
Ouvrir.....	57
Imprimer.....	58
3.1.2. La page prétraitement.....	58
1. Filtrage.....	59
a. Filtrage linéaire	59
a.1. Filtre passe-bas	59
a.2. Filtre passe-haut	59
a.3. Filtre passe bande.....	59
a.4. Filtre moyen	59
b. Filtrage non linéaire.....	60
b.1 Filtre médian.....	60
b.2. Filtre maximum.....	60
b.3. Filtre minimum.....	60
b.4. Filtre morphologie.....	60
Dilatation.....	60
Erosion.....	61
Ouverture.....	61
Fermeture.....	61
2. Histogramme.....	61
3. Binarisation	61
Choix de niveau de gris	62
Enregistrer	62

3.1.3. La page traitement	63
Clustering.....	63
3.1.4. La page extraction contours	63
Menu Extraction de contours	64
1. Canny.....	64
2. Gradient.....	64
a. Roberts.....	64
b. Sobel.....	65
c. Prewitt.....	65
d. Kirsch.....	65
3. Laplacien.....	65
4. Marr et Hildreth.....	65
-Segmenter.....	65
-Une barre de choix de la couleur de contour	66
-Une barre de choix de source d'image.....	66
-Une barre de choix de niveau.....	67
4. Conclusion	67
Conclusion générale.....	68
Abréviations et Notations.....	69
Bibliographie.....	70
Table des figures.....	72

Introduction générale

Le traitement d'images désigne une discipline de l'informatique et des mathématiques appliquées qui étudie les images numériques et leurs transformations, dans le but d'améliorer leur qualité ou d'en extraire de l'information.

Il s'agit d'un sous-ensemble du traitement du signal dédié aux images et aux données dérivées comme la vidéo (par opposition aux parties du traitement du signal consacrées à d'autres types de données: son et autres signaux mono dimensionnels notamment), tout en opérant dans le domaine numérique (par opposition aux techniques analogiques de traitement du signal, comme la photographie ou la télévision traditionnelles).

Dans le contexte de la vision artificiel, le traitement d'images se place après les étapes d'acquisition et de numérisation, assurant les transformations d'images et la partie de calcul permettant d'aller vers une interprétation des images traitées. Cette phase d'interprétation est d'ailleurs de plus en plus intégrée dans le traitement d'images, en faisant appel notamment à l'intelligence artificielle pour manipuler des connaissances, principalement sur les informations dont on dispose à propos de ce que représentent les images traitées (connaissance du domaine).

La compréhension du traitement d'images commence par la compréhension de ce qu'est une image. Le mode et les conditions d'acquisition et de numérisation des images traitées conditionnent largement les opérations qu'il faudra réaliser pour extraire de l'information.

Les chercheurs ont mis au point des méthodes mathématiques permettant de détecter les contours des objets à partir des changements rapides de contraste dans l'image, des ombres et des lumières, des régions homogènes en couleur, en intensité, en texture

Notre objectif dans ce travail est la segmentation des images satellitaires, cette segmentation extrait des scènes à partir de ces images.

Il existe plusieurs algorithmes de segmentation d'images, selon le cas à résoudre. Chaque méthode possède ses avantages et ses limites d'utilisation.

Nous avons utilisé dans notre travail, la détection de contours, la coopération région-contour (entre le clustering et l'approche contour) et la méthode de relaxation.

Notre travail est organisé de la façon suivante :

- Chapitre 1 : Ce chapitre présente quelques généralités sur la télédétection, leur évolution et les différents types des satellites.
- Chapitre 2 : Ce chapitre est consacré à l'illustration de quelques méthodes de prétraitement en mettant l'accent sur les plus importants comme le filtrage dont le but d'éliminer du bruit qui est superposé aux signaux utiles, en énumérant les principales techniques utilisées dans les prétraitements tel que l'utilisation de l'histogramme, en présentant quelques résultats appliqués sur des images satellitaires.
- Chapitre 3 : Ce chapitre présente l'approche de segmentation que nous avons adoptée en détaillant les différents algorithmes développés dans notre projet.
- Chapitre 4 : Ce chapitre décrit le logiciel réalisé à l'aide de DELPHI 7, nous détaillons l'interface que nous avons réalisée en expliquant ces différentes commandes.

Nous terminons par une conclusion générale en donnant quelques perspectives.

Chapitre I

Généralités sur la télédétection

1 .Introduction

Avant l'ère spatiale, l'homme n'avait jamais pu embrasser du regard l'ensemble d'un hémisphère d'un seul coup d'œil. Jamais, en fait, il n'avait pu avoir une vision globale du monde qu'il habite. Il a fallu la mise en orbite des premiers véhicules spatiaux pour faire reculer l'horizon accessible et montrer notre planète comme jamais nous ne l'avions vue auparavant. Aujourd'hui, le satellite d'observation est devenu indispensable aux scientifiques et aux industriels comme aux militaires. Il offre à chacun d'entre eux une multitude de raisons d'observer la terre depuis l'espace. C'est pourquoi nous nous contenterons ici d'étudier les images satellites terrestres malgré que les satellites soient capables de prendre des photos de toute la galaxie équipés de systèmes de vision de plus en plus performants, les satellites d'observation sont capables de couvrir de manière systématique et répétitive des portions de territoires immenses et produisent des images pour tant très détaillées.

Les satellites sont tout à fait adaptés à l'étude de l'environnement terrestre. Leurs avantages sont appréciables : rapidité de déplacement, discrétion, étendue du champ de vision, survol de régions d'accès difficile au sol (zones polaires, désertiques...). Des satellites d'observation de la terre utilisent différentes orbites pour pallier au problème de résolution. Ces images que nous envoient ces satellites sont une source capitale d'informations objectives, globales et actualisées.

Elles permettent de collecter et de mettre à jour les informations sur les ressources de la terre et de surveiller entre autre l'impact des activités humaines. L'observation de la terre par ces photos constitue donc un moyen privilégié d'obtenir des informations géographiques, indispensables dans de nombreuses applications.

2. Définition de la télédétection

La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiale, terrestres ou maritimes. Elle suppose l'acquisition d'information à distance, sans contact direct avec l'objet détecté.

3. La télédétection : une priorité internationale et nationale

Les efforts réalisés par certains pays pour développer le marché et l'industrie de la télédétection sont les reflets de priorités nationales dans ce domaine. Aux Etats- Unis, pionniers dans ce domaine, le programme LANDSAT de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) et les programmes de satellites de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) ont nécessité des investissements de plusieurs milliards de dollars. En Europe, l'Agence spatiale européenne (ESA), un organisme regroupant 13 pays, assure la coopération entre les états membres dans les domaines de la recherche et de la technologie spatiales et de leurs applications à l'étude des ressources terrestres.

L'Agence est le maître d'œuvre de nombreux projets en télédétection dont celui de la mise en orbite du satellite ERS-1. En France, le programme SPOT a mobilisé une partie importante des énergies du Centres national d'études spatiales (CNES), du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), de l'Institut géographique national (IGN) et des obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiale, terrestres ou maritimes universités, pour développer un produit appelé à devenir commercialement rentable. [1]

4. Qui utilise la télédétection et pourquoi?

Plusieurs professions utilisent la télédétection qui sont:

- Le géographe qui recherche les changements qui doivent être cartographié à la surface de la terre.
- Le forestier qui veut s'informer sur les essences d'arbres disponibles, les maladies, les feux de forêt ou la pollution.
- L'environnementaliste qui désire détecter, identifier et faire le suivi des polluants ou

des nappes d'hydrocarbures.

- Le géologue intéressé à découvrir des gisements de minéraux.
- L'agriculteur qui désire faire le suivi de ses récoltes et savoir si elles sont affectées par la sécheresse, les inondations, les maladies ou la vermine. [2]

5. L'évolution de la télédétection

5.1 . Le domaine spectral

L'exploration des domaines non visibles a connue histoire presque parallèle à Celle du visible, puisque le rayonnement infrarouge a été découvert par Herschel en 1800. On a commencé à pouvoir le mesurer en 1880 et ce n'est qu'en 1931 qu'a été mis au point le premier film sensible au proche infrarouge pour l'armée américaine. Il a fallu attendre 1942 pour que celui-ci soit commercialisé et 1960 pour que l'on commence à l'utiliser pour l'étude de la végétation. Les chercheurs de plusieurs disciplines ont essayé de représenter les variations spatiales de divers domaines spectraux sous forme d'images, à partir de différentes approches. L'utilisation de pellicules photographiques sensibles au proche infrarouge (jusque vers 0,95 mm), d'abord destinée à la détection des camouflages militaires, a rendu des services inestimables à la cartographie de la végétation et à la détection des maladies des plantes.

5.2 . Le domaine spatial

Au fur et à mesure du développement de la télédétection, on a toujours cherché à concilier deux objectifs opposés : voir le plus grand territoire possible, mais avec la meilleure précision possible. C'est ainsi qu'à partir de satellites en orbites polaires à des altitudes de 800 à 1000 kilomètres, on est passé des résolutions de quelques kilomètres pour le NIMBUS en 1970 à 80 mètre sur LANDSAT-MSS en 1972, puis à 30 mètre sur LANDSAT /TM en 1983 et enfin à 10 mètre sur SPOT-1 en 1986. Bien qu'il soit techniquement possible d'obtenir des limites de résolution plus fines (et cela existe, bien sûr, chez les militaires), il semble que 10 mètres soit la limite actuellement compatible avec une politique d'accès universel aux données à l'échelle internationale, compte tenu des réglementations restrictives de certains pays sur l'usage public des cartes et des photographies aérienne. Une limite de résolution de 5 mètres est cependant envisagée pour LANDSAT-7.

5.4. Le domaine temporel :

Les objectifs d'une limite de résolution spatiale de plus en plus fine interdisent à la fois une vision globale du paysage et une grande répétitive des observations : plus l'image est petite, moins souvent le satellite pourra repasser au-dessus d'un même site. De plusieurs images par jour pour les satellites météorologiques, on passe à une image aux 16 jours pour LANDSAT et à une image aux 26 jours pour SPOT.

5.3. Evolution des méthodes d'analyse des données

L'analyse des images obtenues par la télédétection a d'abord été faite de façon visuelle par l'interprétation de photographies aériennes (la photo-interprétation) pour les besoins d'un grand nombre de disciplines. Parallèlement, la mesure précise des formes et de la localisation des objets (la photogrammétrie) s'est développée en se servant essentiellement de la vision stéréoscopique, assistée de divers instruments optiques. Avec l'arrivée des images numériques, les systèmes d'analyse d'images utilisant divers types d'ordinateurs ont commencé à faire leur apparition.

Leur développement a suivi celui, très rapide, de l'informatique, tant du point de vue du matériel que du point de vue des logiciels. 1983 et enfin à 10 mètre sur SPOT-1 en 1986. Bien qu'il soit techniquement possible d'obtenir des limites de Résolution plus fines (et cela existe, bien sûr, chez les militaires), il semble que 10 mètres soit la limite actuellement compatible avec une politique d'accès universel aux données à l'échelle internationale, compte tenu des réglementations restrictives de certains pays sur l'usage public des cartes et des photographies aérienne. Une limite de résolution de 5 mètres est cependant envisagée pour LANDSAT-7. [1]

6. L'imagerie satellitaire:

6. 1. Définition de satellite

Selon sa définition la plus simple, un satellite est un corps qui gravite autour d'un autre. Ainsi, la lune est un satellite de la terre, et la terre, un satellite du soleil. Les objets introduits dans l'espace par les humains et qui continuent à tourner autour de la terre ou d'une autre planète sont désignés sous le nom de satellites artificiels. La trajectoire décrite périodiquement par le satellite est appelée orbite. [3]



Figure 1.1. Image d'un satellite.

6.2. Paramètres Orbitaux:

L'orbite théorique d'un satellite est une ellipse. Cependant, dans le cas du satellite d'environnement, cette ellipse est généralement considérée comme un cercle ayant la terre comme son centre. Les orbites de satellites sont qualifiées :

- ✓ d'équatoriales - quand elles ont une orbite à l'intérieur du plan équatorial de la terre
- ✓ de polaires - quand elles ont une orbite à l'intérieur du plan de l'axe de la terre
- ✓ de proche-polaires - quand elles ont une orbite inclinée par rapport à l'axe de la terre.

La plupart des satellites de communication ont des orbites équatoriales, tandis que les satellites de l'observation terrestre telles que TIROS, NOAA, et NIMBUS ont des orbites polaires ou proche-polaires. Les orbites polaires sont préférables pour observer les zones longitudinales en plein jour ou pendant la nuit. L'inclinaison orbitale "i" peut être définie

comme l'angle formé par le plan orbital et le plan équatorial.

Les satellites en orbite proche-polaires sont de deux types:

- ✓ prograde, à savoir qui tourne dans le même sens que la rotation de la terre, i.e., “ i ” est inférieur à 90° .
- ✓ rétrograde, à savoir, qui tourne dans le sens inverse de la rotation de la terre, i.e., “ i ” est entre 90° et 180° .

6.1.1.Orbite géosynchrone

Les orbites géosynchrones ont des altitudes jusqu'à 36 000 km. Les satellites placés sur ces orbites tournent dans le même sens que la rotation de la terre (prograde) et leur vitesse est réglée de manière qu'elle correspond à celle de la surface terrestre située juste au-dessous d'eux. Quand un satellite géosynchrone “plane” dans le plan équatorial, (c'est-à-dire quand l'inclinaison orbitale “ i ” est nulle) on dit qu'il est géostationnaire, ainsi en est-il, par exemple, des satellites météorologiques GEOS/METEOSTAT. Ces satellites ne peuvent pas prendre une image de la surface de la terre à des latitudes supérieures à 80° . Ils peuvent généralement prendre une scène correspondant à leur surface d'observation entière (1/3 de la surface de la terre) toutes les trente minutes. La vaste surface d'observation et la compétitivité de la saisie des données a rendu ce type de satellite très appréciable pour les études météorologiques et océanographiques.

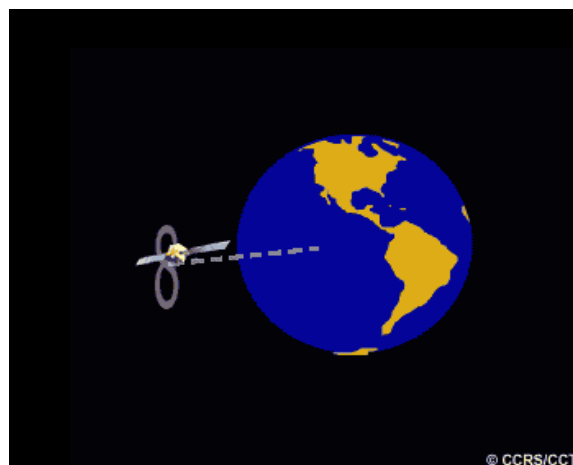


Figure 1.2. Un satellite sur orbite géosynchrone non géostationnaire.

a) Les avantages sont

- ✓ l'observation la plus fréquente possible de la région illuminée de la terre pour un système orbital.
- ✓ la possibilité de balayage du même point sur la terre d'une façon répétitive, produisant une série d'images co-enregistrées spatialement.
- ✓ la plus large couverture possible à partir d'un système orbital.
- ✓ L'utilisation rentable des télécommunications.

b) Les inconvénients sont

- ✓ les difficultés économiques et techniques auxquelles on se heurte pour placer un système dans une orbite aussi haute et faire convenablement fonctionner les capteurs de bord (exemple, bonne résolution spatiale).
- ✓ la très faible couverture polaire.

6. 2.2. Orbite héliosynchrone

Celle-ci est une orbite beaucoup plus basse (à peu près 900 km) que l'orbite géosynchrone. Son inclinaison par rapport à l'équateur, est près de 90° (polaire ou proche-polaire) et le satellite (exemple LANDSAT, NOAA, SPOT, etc.) traverse l'équateur à la même heure solaire chaque jour. Autrement dit, un point particulier de la terre est régulièrement vu (selon la période du satellite) à la même heure, ce qui est utile pour des analyses comparatives de données multi-temporelles.

Sur une orbite héliosynchrone, les passages nord-sud successifs sont décalés vers l'ouest d'une distance équivalente au déplacement de la terre durant une période orbitale.

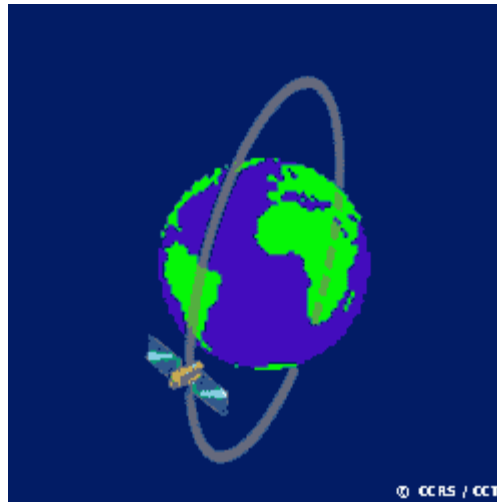


Figure 1.3. Un satellite sur une orbite héliosynchrone.

a) Avantages sont

- ✓ la facilité économique et technique de placer le système sur une orbite basse est d'obtenir de bons résultats avec les capteurs de bord (exemple, résolution spatiale élevée de l'ordre de dizaines de mètres).
- ✓ la possibilité d'entretenir le système orbital des missions spatiales avec hommes à bord.

b) Les inconvénients sont

- ✓ la faible répétitivité (de l'ordre de plusieurs semaines), on peut toutefois résoudre ce problème, combinant bien les paramètres orbitaux et les caractéristiques d'imagerie du capteur. Il est ainsi possible de prendre une image d'une même zone tous les 1 à 3 jours, suivant la latitude, même si ça nécessite des corrections pour compenser l'angle d'incidence variable
- ✓ les occasions perdues de prendre des images en cas de nuages, et en raison d'une couverture spatiale et d'une répétitivité peu limitées. [4]

6.3. Différent type de satellite

On peut distinguer 3 types de satellites pour l'obtention de l'image

6.3.1. Satellite météorologique

Un satellite météorologique est un satellite artificiel qui a comme mission principale le

recueil de données utilisées pour la surveillance du temps et du climat de la terre. Chaque nouvelle génération de satellite comporte des senseurs plus performants et capables d'effectuer des mesures sur un plus grand nombre de canaux ce qui permet de les utiliser pour différencier les divers phénomènes météorologiques: nuages, précipitations, vents, brouillard, etc. [5]

Il existe deux types de satellites météorologiques:

a) Satellites géostationnaires

Ils permettent d'observer toujours le même endroit sur la terre et pour cela ils tournent à la même vitesse que la terre et paraissent donc immobiles lorsqu'on les regarde dans le ciel, ils sont placés à 36 000 km au-dessus de la surface terrestre et couvrent environ 1/3 de la planète (surtout les régions peuplées, ils ne représentent pas bien les régions polaires et ils tournent sur eux-mêmes à 100 tours par minute.

Le satellite se déplace autour de la terre dans une direction ouest-est, le temps qu'il prend pour compléter une révolution autour de la terre correspond au temps que prend la terre pour compléter une rotation. Ce type d'orbite permet au satellite de maintenir une position relative fixe par rapport à la terre. [6]

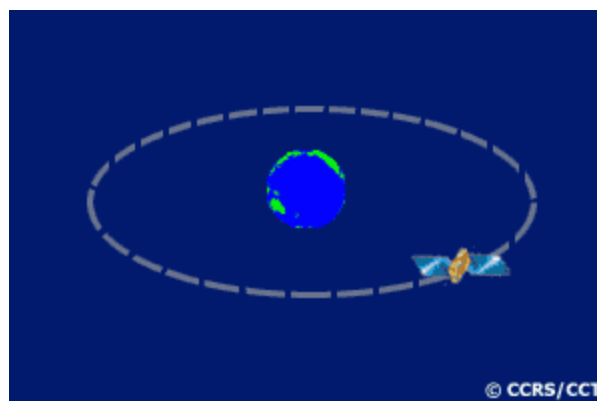


Figure 1.4. Un satellite sur une orbite géostationnaire.

b) Satellites polaires

Ils permettent d'observer tous les endroits sur la terre et pour cela ils font le tour de la terre d'un pôle à l'autre, ils sont placés de 600 à 900 km au-dessus de la surface terrestre; et sont bons pour les régions polaires et ont comme inconvénient de ne passer que deux fois par jours sur chaque point de la planète. [6]

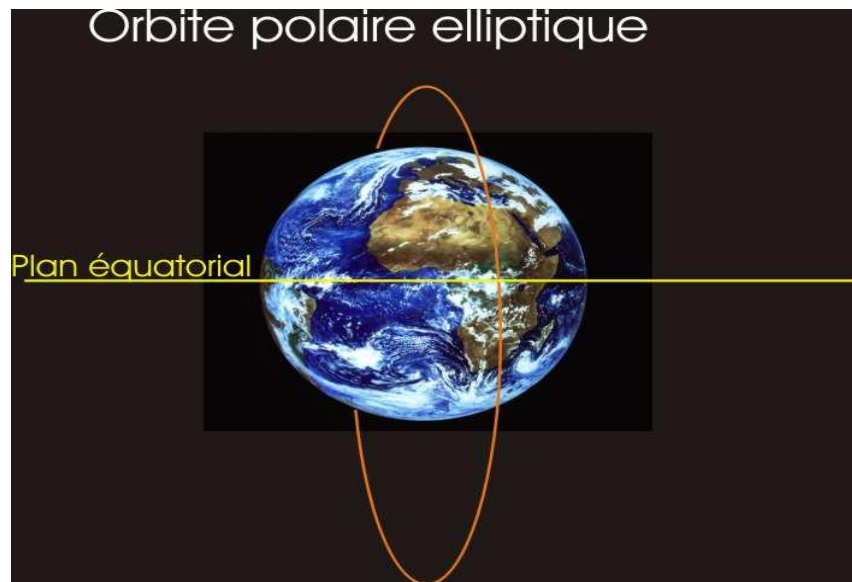


Figure 1.5. Satellite polaire.

6.3.2 Satellite d'observation de la terre

Tout au long de ces dix dernières années il y a eu d'étonnants progrès dans l'observation de notre planète terre par satellite. Et aujourd'hui une large flotte de satellites d'observation de la terre est disponible avec des capacités complémentaires. Les capteurs d'image sont capables de travailler à une échelle allant d'un mètre à un kilomètre, avec un radar fournissant les moyens de pénétrer même la couche de nuages pour capter la surface de la planète. L'affaissement des villes par exemple peut être mesuré avec une acuité de moins d'un dixième de mètre (0.01). [7]

a) Landsat

Le premier satellite d'observation Landsat-1 a été lancé par la NASA en 1972. Connu à l'origine sous l'acronyme ERTS-1, Landsat avait été conçu pour tester la faisabilité d'une plate-forme multispectrale d'observation de la terre non habitée. Depuis, le programme

Landsat a permis l'acquisition de données sur tous les coins de la planète. Le programme Landsat qui était gérée à l'origine par la NASA, est sous la responsabilité de la NOAA, en 1983.

En 1985, le programme a été commercialisé pour fournir des données aux divers utilisateurs civils. [8]



Figure 1.6. Image de satellite landsat.

b) Spot

Décidé en 1978 par la France, le programme Spot est réalisé par le CNES en collaboration avec la Belgique et la Suède. Il est composé d'une série de satellites et d'infrastructures terrestres pour le contrôle (Le mot contrôle peut avoir plusieurs sens. Il peut être employé comme synonyme d'examen, de vérification et de maîtrise) et la programmation (La programmation dans le domaine informatique est l'ensemble des activités qui permettent l'écriture des programmes...) des satellites ainsi que pour la production des images.

Lancement:

- Spot-1, lancé le 22 février 1986 (Ariane 1).
- Spot-2, lancé le 22 janvier 1990 (Ariane 40).
- Spot-3, lancé le 26 septembre 1993 (Ariane 40), fin de fonctionnement en novembre 1996.
- Spot-4 a été lancé le 23 mars 1998 (Ariane 40, Vol 107).
- Spot-5 a été lancé le 3 mai 2002 (Ariane 42P, Vol 151). [9]



Figure 1.7. Image de satellite spot.

6.3.3. Satellite d'observation marine

Les océans recouvrent plus des deux tiers de la surface de la terre et jouent un rôle important dans le système climatique de la planète. Ils contiennent aussi une grande variété d'organismes vivants et de ressources naturelles qui sont sensibles à la pollution et aux autres dangers créés par les humains. Les satellites et capteurs de météorologie et d'observation de la terre que nous avons décrits dans les deux sections précédentes peuvent être utilisés pour la surveillance des océans, mais il existe d'autres systèmes de satellites et de capteurs qui ont été construits à ces fins.

a) Nimbus-7

Lancé en 1978, portait le CZCS, le premier capteur spécifiquement conçu pour la surveillance des océans et des étendues d'eau. Le principal objectif de ce capteur était d'observer la couleur et la température de l'océan, particulièrement dans les régions côtières. La résolution spatiale et spectrale permettait de détecter les polluants dans les couches supérieures de l'océan et de déterminer la nature des matériaux en suspension dans la colonne d'eau. Le satellite Nimbus-7 a été placé en orbite héliosynchrone polaire à une altitude de 955 km



Figure1.8. Image de satellite nimbus.

6.4. Les plates-formes

Les véhicules ou les transporteurs pour les capteurs à distance sont appelés les plates-formes. Les plates-formes typiques sont des satellites et des avions, mais ils peuvent aussi inclure des avions radiocommandés, kits de ballons à basse altitude de la télédétection, ainsi que des camions échelle ou «nacelle» pour des recherches au sol.

Le facteur clé pour la sélection d'une plate-forme est l'altitude qui détermine la résolution au sol et qui est également dépendant du champ de vision instantané

Quelques exemples de services fournis par une plate-forme:

- Assurer l'interface avec le lanceur.
- Supporter tous les équipements, grâce à une structure la plus légère possible.
- Assurer le contrôle thermique des équipements du satellite.
- Permettre les déploiements de divers appendices, grâce à des mécanismes.
- Contrôler l'attitude et l'orbite (ou la trajectoire d'une sonde).
- Générer et stocker l'énergie.
- Assurer les liaisons avec le sol pour le suivi (télémétrie), le contrôle (télécommande) et la localisation par les responsables du projet.
- Gérer les fonctions du bord grâce à un ordinateur et son logiciel spécifique.

La télédétection de l'environnement aquatique peut être effectuée à partir de diverses plates-formes d'observation. Selon la distance entre le capteur et la cible, on peut employer comme plates-formes des bateaux, des ballons, des avions et des satellites.

a) Bateaux

Les bateaux, les bouées et les sous-marins servent de plates-formes de télédétection depuis cinquante ans, essentiellement en association avec des écho-sondeurs et des sonars. Le sonar a été mise au point en 1918 et utilisé pour la première fois à des fins halieutiques dans les années 30. La plupart des bateaux de pêche modernes sont équipés d'échosondeurs dont les coupes de présentation visuelle sont des bandes de papier ou des tubes cathodiques (CRT). Aujourd'hui, toutefois, les sonars à système sonore sont de plus en plus appréciés, parce qu'ils constituent un moyen rapide et efficace pour transmettre les renseignements.

b) Ballons

Des ballons flottants sont ancrés sont utilisés dans une certaine mesure pour la photographie aérienne de plans d'eau, tels baies et lacs, afin d'étudier la circulation de l'eau, la sédimentation, etc. Les ballons ne conviennent guère pour la télédétection de vastes étendues maritimes du fait de leur instabilité et de leur faible vitesse.

c) Avions

On se sert beaucoup des avions comme plates-formes de télédétection pour la cartographie terrestre et côtière, les études océanographiques et le repérage de bancs de poissons. C'est une

des méthodes les plus efficaces de télédétection de la surface de la terre à grande échelle. Les avions ont l'avantage d'optimiser la saisie des données en rendant l'instrumentation de télédétection accessible et en permettant un grand choix de paramètres d'écoute. [4]

6.5. Les capteurs

Un capteur (Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable,...), dans le domaine de la télédétection (La télédétection désigne, dans son acception la plus large, la mesure ou l'acquisition d'informations sur un objet ou...) spatiale, est un instrument qui recueille de l'énergie (Dans le sens commun l'énergie désigne tout ce qui permet d'effectuer un travail, fabriquer de la chaleur, de la...) radiative provenant de la scène visée et délivre un signal (Termes généraux Un signal est un message simplifié et généralement codé. Il existe sous forme...) électrique correspondant et mesurable.

Par assimilation et bien qu'elle ne délivre pas de signal électrique, on considère la chambre photographique comme un capteur. Le terme « capteur » est parfois utilisé à tort pour désigner le détecteur (Un détecteur est un moyen technique (instrument, substance, matière) qui change d'état en présence de l'élément ou de...).

Les différents types de capteurs utilisés dans le domaine de la télédétection spatiale, sont les suivants:

6.5.1. Capteur actif

Est un capteur auquel est incorporé ou associé un émetteur qui irradie la scène dans la bande spectral (En astronomie, une bande spectrale désigne une partie du spectre électromagnétique que laisse passer un filtre...) du récepteur. Le radar (Le radar est un système qui utilise les ondes radio pour détecter et déterminer la distance et/ou la vitesse d'objets...) et le lidar (à rétrodiffusion) sont des exemples de capteurs actifs.

6.5.2. Capteur de luminescence

La luminescence est une émission de lumière dite "froide", par opposition à l'incandescence qui elle est chaude. Capteur actif dans lequel la réception a lieu dans une bande spectrale distincte de celle de l'émission.

6.5.3. Capteur d'orientation

Appareil qui mesure des angles ou des vitesses angulaires de déplacement entre les axes d'un engin spatial et des axes de référence. Selon la nature des grandeurs mesurées, on

distingue notamment: les capteurs gyroscopiques, les capteurs optiques tels que les capteurs d'horizon, les capteurs solaires, les capteurs stellaires.

6.5.4. Capteur en peigne

Est un capteur dont le détecteur est constitué par de nombreuses cellules détectrices alignées qui reçoivent simultanément l'énergie radiative en provenance de la scène. Le balayage selon une direction orthogonale à l'alignement des cellules détectrices peut être réalisé par le déplacement du vecteur ou, par exemple, dans le cas d'une plate-forme d'observation (L'observation est l'action de suivi attentif des phénomènes, sans volonté de les modifier, à l'aide...) géostationnaire, être fourni par un séquenceur incorporé au capteur.

6.5.5. Capteur passif

Est un capteur qui reçoit une énergie émise sans que lui-même irradie la scène. Un appareil photographique sans flash est un capteur passif.

6.5.6. Capteur solaire

Dispositif qui reçoit le rayonnement solaire (En plus des rayons cosmiques (particules animées d'une vitesse et d'une énergie extrêmement élevées), le Soleil rayonne...) et en transforme l'énergie en électricité (L'électricité est un phénomène physique dû aux différentes charges électriques de la matière, se manifestant par...).

6.6. Définition de l'image

L'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. [10]

6.6.1. L'image numérique

On désigne sous le terme d'image numérique toute image (dessin, icône, photographie, ...) acquise, créée, traitée, stockée sous forme binaire (suite de 0 et de 1).

Aujourd'hui, les images numériques peuvent être acquises par des dispositifs comme les scanners, les appareils photo ou caméscopes numériques, les cartes d'acquisition vidéo (qui numérisent directement une source comme la télévision).

Elles peuvent être créées directement par des programmes informatiques, via la souris, les tablettes graphiques ou par la modélisation 3D (ce que l'on appelle par erreur les "images de synthèse"...).

Grâce à l'informatique, les images peuvent être traitées. Il est facile de les modifier en taille, en couleur, d'ajouter ou supprimer tel ou tel élément, d'appliquer des filtres variés, etc.

Enfin, tout ceci impose un stockage des images, sur disquettes, disques durs, CD-ROM ou autres. [11]

6.6.2. Définition de l'image satellitaire

Comme leur nom l'indique les images satellites sont fabriquées à partir d'informations relevées par des satellites placés en orbite autour de la terre.

Le rayonnement électromagnétique que notre planète reçoit du soleil est en partie absorbé par l'eau, la végétation et les roches qui composent la surface du sol. La partie qui n'est pas absorbée est renvoyée dans l'espace et c'est là que le satellite intervient.

Le satellite est équipé de capteurs sensibles à une ou plusieurs longueurs d'onde. Il mesure, pour une longueur d'onde donnée, ce que lui envoie chaque "point" de la surface du sol. Un "point" peut représenter une superficie de quelques décimètres carrés à plusieurs centaines de mètres carrés, cela dépend de la résolution des capteurs embarqués sur le satellite.

Le satellite balaye point par point la surface terrestre et attribue une valeur comprise entre 0 et 255 à chaque point de surface en fonction de la quantité d'énergie renvoyée. Il envoie ensuite ces données chiffrées par radio à une station au sol qui compose point par point l'image de la région survolée par le satellite.

Chaque valeur reçue par la station au sol permet de dessiner un petit carré appelé "pixel" auquel on attribue une nuance de gris plus ou moins intense suivant le nombre reçu.

La valeur "0" correspond à du noir et "255" à du blanc.

Tous ces petits pixels juxtaposés les uns à côté des autres contribuent à la réalisation de l'image.

Un satellite ne "voit" le sol que dans une longueur d'onde (ou tout du moins une bande très étroite de longueur d'onde). On dit qu'il travaille dans un canal. Une image satellite est donc forcément monochromatique. [12]

7. conclusion

Dans ce chapitre on a défini la télédétection et son évolution dans le domaine spectral, spatial et temporel puis nous avons souligné les satellites avec leurs différents types et dans le prochain chapitre on va détailler les prétraitements utilisés pour préparer l'image à la phase d'extraction et d'analyse.

Chapitre II

Prétraitement

1. Introduction

Les objectifs de base du prétraitement des images c'est de mettre en relief l'information «utile» contenue dans l'image et d'atténuer, voire éliminer, l'information «Inutile». Le but poursuivi peut être une simple amélioration visuelle de l'image. Mais, plus fréquemment, le prétraitement apparaît comme une étape préliminaire dont le rôle est de faciliter les étapes ultérieures du traitement.

Le but principale du prétraitement dans notre travail est de rendre la segmentation plus efficace, car on a souvent à faire à des images bruitées, le prétraitement renforce la ressemblance entre les pixels appartenant aux mêmes régions et par opposition accentuer la dissemblance entre les pixels appartenant à des régions différentes.

Dans ce chapitre, nous donnerons quelques généralités sur le prétraitement des images numériques, puis nous nous intéressons aux techniques de réduction du bruit pour cela deux approches sont envisagées, l'approche linéaire et l'approche non linéaire.

2. Bruit

Le bruit dans une image numérique est considéré comme un phénomène de brusque variation d'un pixel isolé par rapport à ses voisins. Il provient de l'éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur. Et on distingue deux types de bruits:[13]

a) Le bruit additif

Le bruit additif peut être défini de la façon suivante :

Etant donnée une image non bruitée R et I la même image avec un bruit additif A , alors chaque pixel j est caractérisé par la relation : $I_j = A_j + R_j$

Où A_j est une variable aléatoire de moyenne égale à 0.

b) Le bruit multiplicatif

Le bruit multiplicatif se définit de la façon analogue :

Etant donnée une image non bruitée R et I la même image avec un bruit multiplicatif B , alors chaque pixel j est caractérisé par la relation : $I_j = B_j * R_j$

Où B_j est une variable aléatoire de moyenne égale à 1.

La principale caractéristique de ce bruit est que les pixels d'une zone homogène seront d'autant plus bruités quand leur niveau de gris est élevé.

3. Les filtres

Le filtrage d'image a pour but d'améliorer la qualité d'une image numérique.

Le terme qualité peut prendre plusieurs sens suivant la raison qui nécessite d'effectuer cette amélioration. Par exemple, on parle de qualité visuelle lorsqu'on cherche à avoir un meilleur aspect de l'image ou de qualité du signal lorsqu'on cherche à atténuer les distorsions liées aux techniques de numérisation.

Le filtrage manipule uniquement les données de l'image numérisée. On ne fait aucune supposition sur ce que représente l'image. Le résultat obtenu suite à un filtrage dépend donc énormément de la qualité du signal de l'image d'origine. Si le signal est très détérioré, le filtrage seul sera très peu efficace. Dans ce genre de situation le filtrage est juste une première étape dans un traitement plus complexe sur l'image.

Le principe du filtrage est de modifier la valeur des pixels d'une image, généralement dans le but d'améliorer son aspect. En pratique, il s'agit de créer une nouvelle image en se servant des valeurs des pixels de l'image d'origine.

Chaque filtre cherche à atténuer un type de défaut bien précis. Il n'y a pas de filtre universel capable de corriger tous les défauts. Il faut choisir les bons filtres suivant les défauts que nous désirons corriger.

3.1. Filtrage Linéaire

Ce type de filtrage permet de diminuer sensiblement les effets du bruit. Une méthode simple consiste à considérer chaque pixel de l'image et d'en faire la moyenne avec les huit pixels qui lui sont voisins. [14]

Il peut être mis en œuvre en utilisant un masque de la forme suivante :

$$H1 = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Ensuite, on déplace ce masque sur toute l'image.

On distingue généralement les types de filtres linéaires les plus connus :

3.1.1. Filtre passe-bas (lissage)

Un filtre passe-bas est un filtre qui laisse passer les basses fréquences et qui atténue les hautes fréquences, c'est-à-dire les fréquences supérieures à la fréquence de coupure. Il pourrait également être appelé filtre coupe-haut. Le filtre passe-bas est l'inverse du filtre passe-haut et ces deux filtres combinés forment un filtre passe-bande.

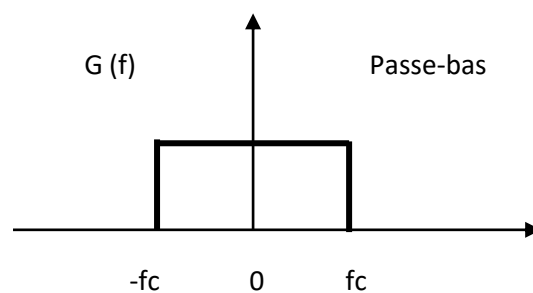


Figure 2.1: Filtre passe-bas



Image originale



Image résultat

Figure 2.2 : Résultat de filtrage Passe-bas.

3.1.2. Filtre passe- haut

Le renforcement des contours et leur extraction s'obtiennent dans le domaine fréquentiel par l'application d'un filtre passe-haut.

Le filtre digital passe-haut a les caractéristiques inverses du filtre passe-bas .Ce filtre n'affecte pas les composantes de haute fréquence d'un signal, mais doit atténuer les composantes de basse fréquence.

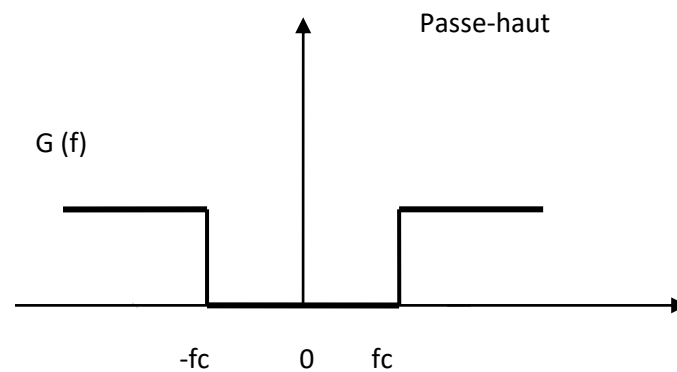


Figure 2.3: Filtre passe-haut.



Image originale



Image résultat

Figure 2.4 : Résultat de filtrage Passe-haut.

3.1.3. Filtre passe bande

Cette opération est une dérivée du filtre passe-bas. Elle consiste à éliminer la redondance d'information entre l'image originale et l'image obtenue par filtrage passe-bas. Seule la différence entre l'image source et l'image traitée est conservée.

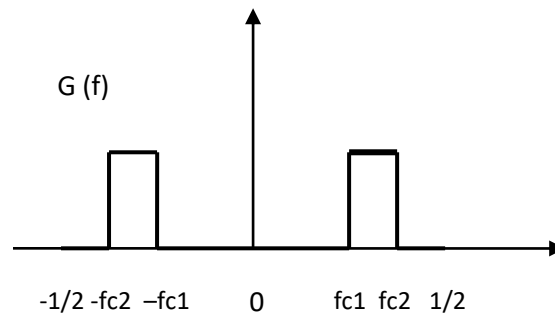


Figure 2.5: Filtre passe-bande.



Image originale



Image résultat

Figure 2.6 : Résultat de filtrage Passe-bande.

3.1.4. Moyenne

Le pixel de l'image filtrée est une combinaison de ses proches voisins. Leur moyenne en l'occurrence, est la convolution de l'image avec le masque suivant :

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Son intérêt est qu'il ne change pas trop les contours mais en revanche il intègre un flou dans l'image. [15]

Si on veut avoir une plus grande netteté, on choisit un filtre qui attribue au point central le poids le plus élevé comme il est représenté par les masques suivants :

$$M1 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad M2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$



Image originale



Image résultat

Figure 2.7 : Résultat de filtrage Moyenne.

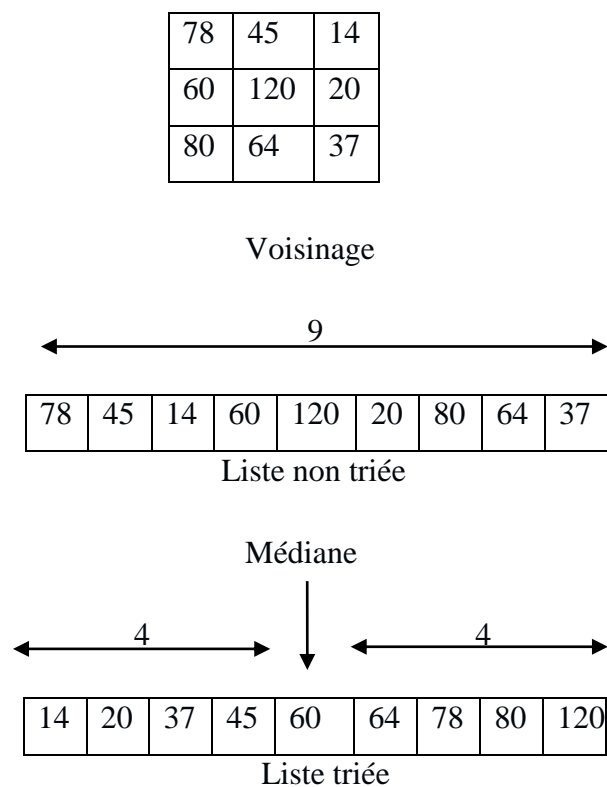
3.2. Filtrage Non Linéaire

Si le filtre ne peut pas être exprimé par une combinaison linéaire, il est appelé " non-linéaire ". Les filtres non-linéaires sont plus complexes à mettre en œuvre que les filtres linéaires. Cependant les résultats obtenus avec les filtres non-linéaires sont très souvent de meilleure qualité que ceux obtenus par les filtres linéaires. [16]

3.2.1. Filtre médian

Ce filtre est très utilisé pour éliminer le bruit sur une image. L'avantage de ce type réside dans le fait qu'il conserve les contours, alors que les autres types de filtres ont tendance à les adoucir.

Pour une image, ce filtre permet de prendre toute les valeurs de niveau de gris formant la valeur du pixel considéré et son voisinage, puis trier pour mettre la cinquième valeur de la liste obtenue (médiane) à la place du pixel concerné. [17]



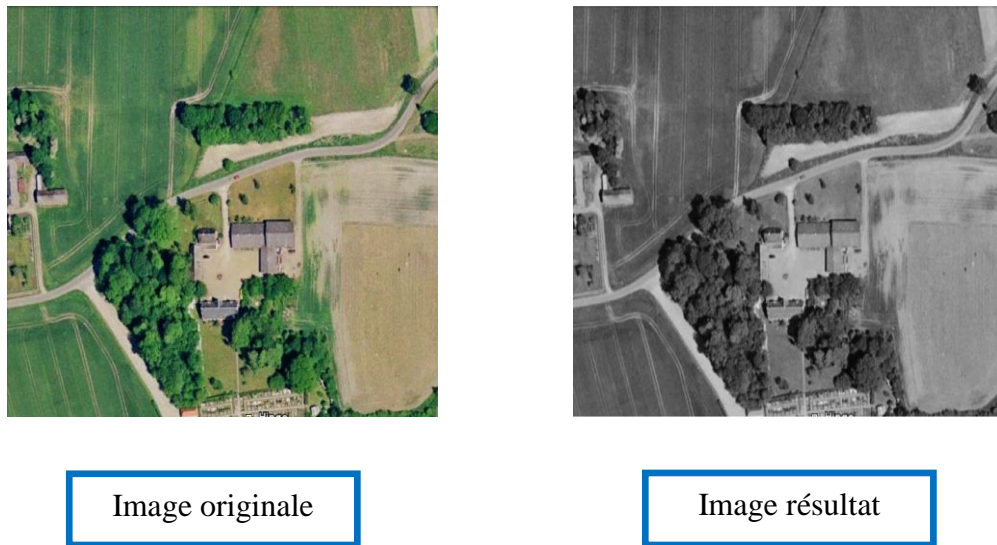
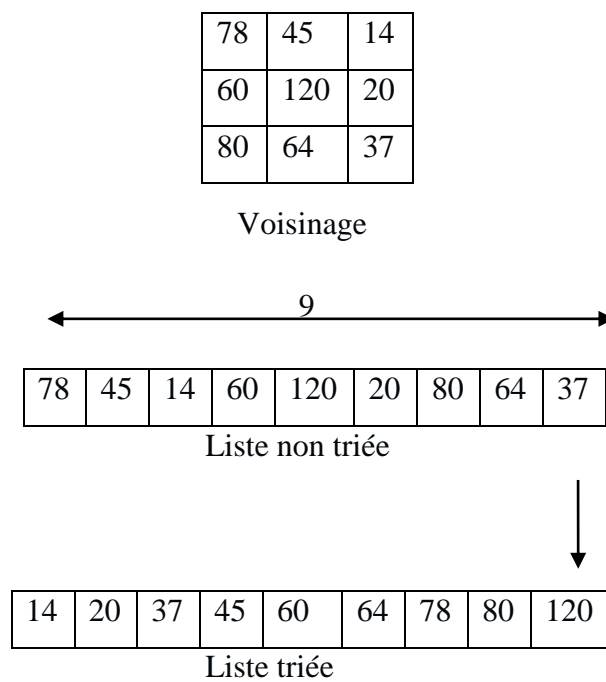


Figure 2.8 : Résultat de filtrage Médian.

3.2.2. Filtre maximum

Même principe que le filtre médian mais le pixel central dans ce cas sera remplacé par la valeur maximale de la liste des valeurs de voisinage. [17]



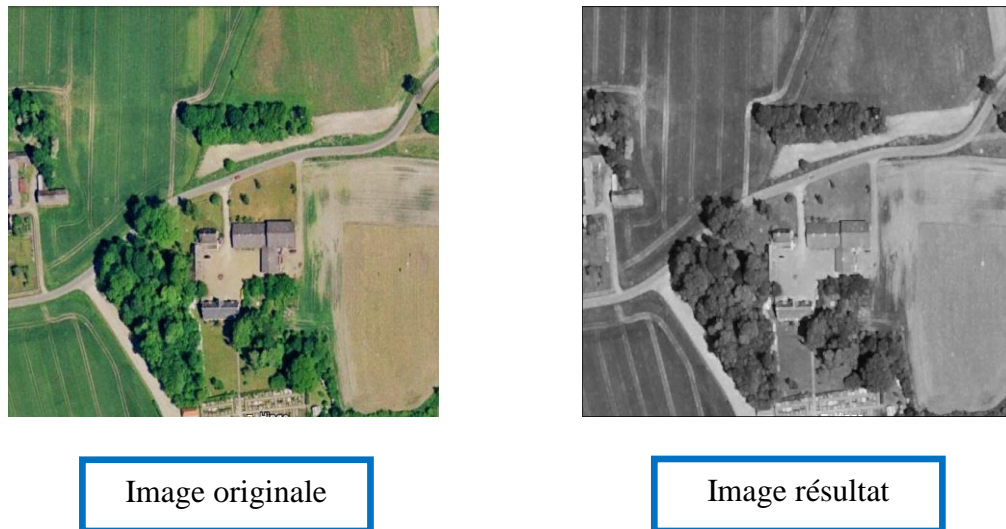


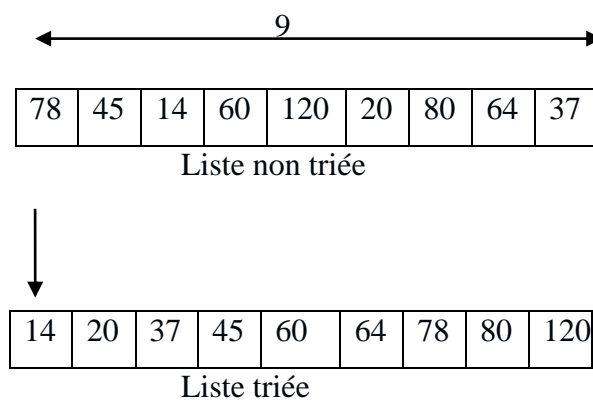
Figure 2.9 : Résultat de filtrage Maximum.

3.2.3. Filtre minimum

Remplacer le pixel concerné par la valeur minimale.

78	45	14
60	120	20
80	64	37

Voisinage



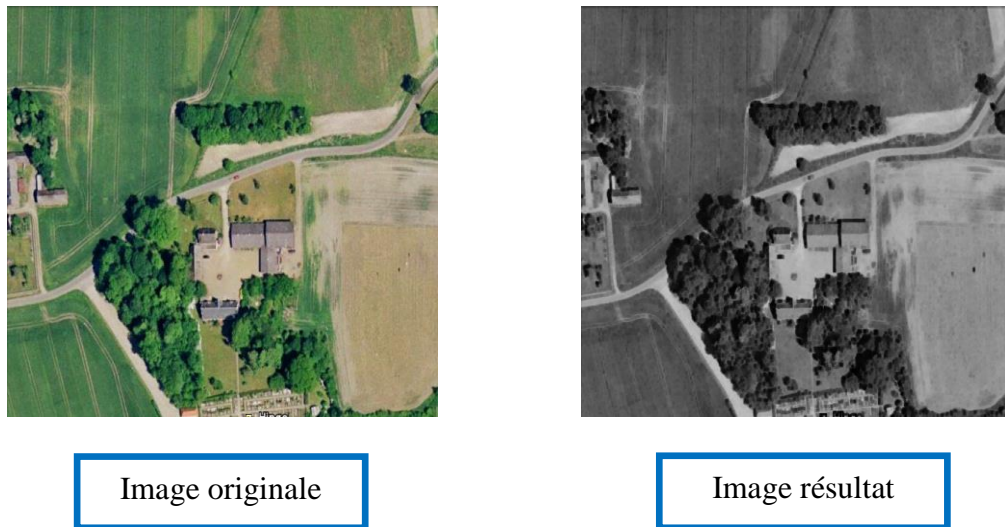


Figure 2.10: Résultat de filtrage Minimum.

3.2.4. Filtre morphologique

Ce type de filtrage est utilisé pour éliminer des pixels isolés dans une image binaire (deux niveaux de gris : noir (0) et blanc (1)), qui sont considérés comme du bruit, il met en correspondance chaque pixel et ses voisins par une fonction logique (*ET*, *OU*), mais dans le cas d'une image à plusieurs niveaux de gris, le pixel, concerné est traité avec ses voisins par une fonction mathématique (*maximum*, *minimum*) respectivement. Parmi les opérateurs morphologiques nous citons :

a) La dilatation

Pour chaque pixel d'une fenêtre $N \times N$ de l'image, on réalise le OU logique avec tous ses voisins. Si le OU logique avec l'ensemble de ses $N^2 - 1$ voisins donne 1, le point central est mis à 1, sinon sa valeur antérieure est conservée. Ce traitement élimine les points noirs isolés. [18]

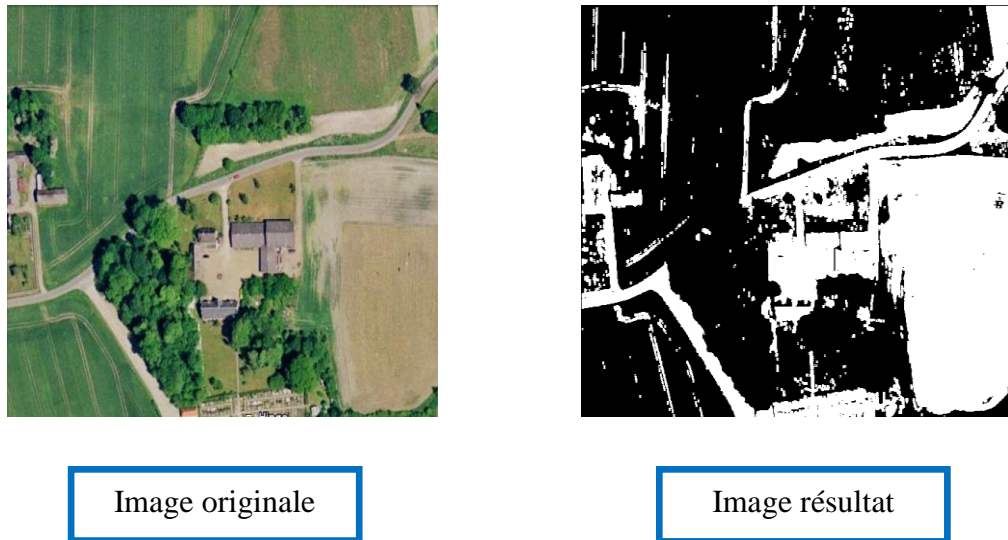


Figure 2.11 : Résultat de filtrage Dilatation.

b) L'érosion

Pour chaque pixel d'une fenêtre $N \times N$ de l'image, on réalise le ET logique avec tous ses voisins, si le résultat est 0, le pixel central est mis à 0 sinon sa valeur est conservée. Ce traitement permet d'amincir l'image, en particulier il élimine les points blancs isolés.

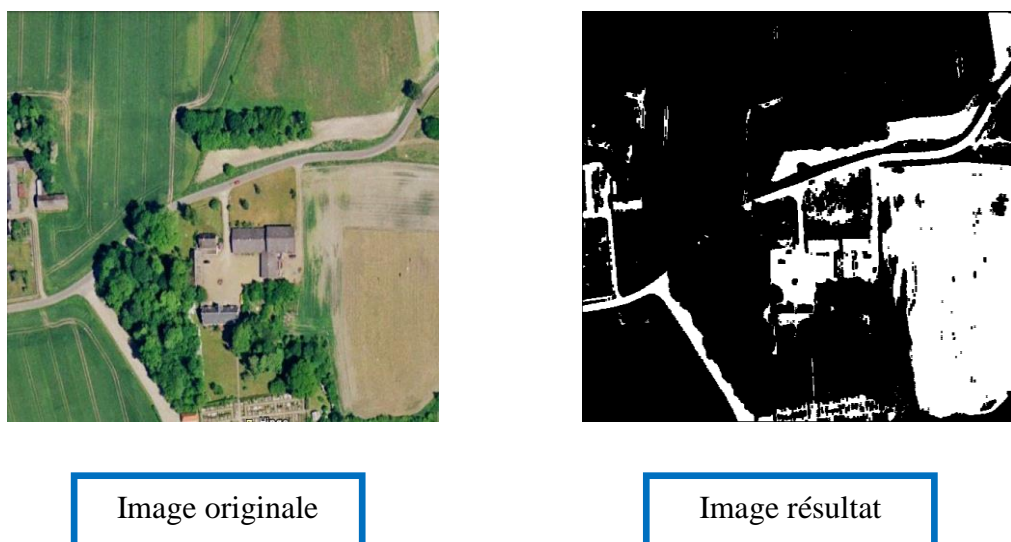


Figure 2.12 : Résultat de filtrage Erosion.

c) L'ouverture

Pour faire une ouverture en appliquant d'abord une érosion, et ensuite une dilatation.



Image originale



Image résultat

Figure 2.13 : Résultat de filtrage Ouverture.**d) Fermeture**

Pour faire une fermeture, on applique d'abord une dilatation, et ensuite une érosion.



Image originale

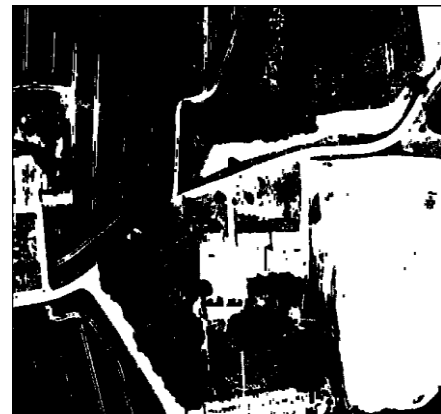


Image résultat

Figure 2.14 : Résultat de filtrage Fermeture.

4. Amélioration d'images

4.1. L'histogramme

L'histogramme est une fonction permettant de donner la fréquence d'apparition des différents niveaux de gris qui composent l'image. En abscisse on représente les niveaux de gris et en ordonnées on présente leurs fréquences d'apparition. L'histogramme des niveaux de gris nous informe sur la concentration de l'image.

4.1.1. Modification d'histogramme

a) Amincissement itératif d'histogramme

À l'inverse de la linéarisation, le procédé appelé amincissement itératif d'histogramme se propose d'accroître les différences entre pics de l'histogramme par une réduction des niveaux de gris. Le principal inconvénient de cette modification d'histogramme est le non prise en compte de la répartition spatiale des niveaux de gris dans l'image. Pour tenir compte de cette répartition spatiale, il est nécessaire de faire appel à des techniques plus complexes relevant du domaine de la segmentation en régions et de l'analyse d'images. [19]

b) Interprétation d'histogramme

L'histogramme permet de donner un grand nombre d'informations sur la distribution des niveaux de gris et de voir entre quelles bornes est répartie la majorité des niveaux de gris dans le cas d'une image trop claire ou d'une image trop foncée.

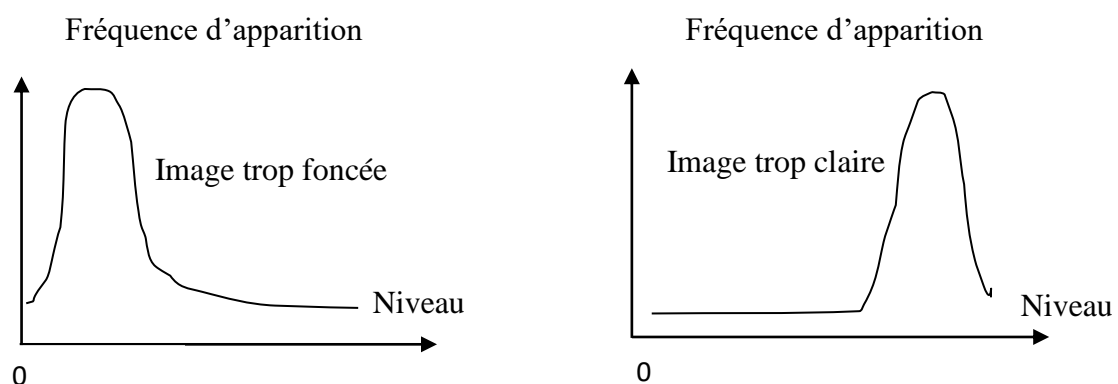


Figure 2.15 : Histogramme d'image.

4.2. 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. [18]

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 :

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

Augmentation de contraste

Une famille de traitements a pour objectif de donner à l'image un plus grand contraste. Parmi les méthodes utilisées à fin d'améliorer le contraste on trouve :

- **Étirement d'histogramme** : Cette transformation sur l'histogramme a pour objet l'augmentation du contraste d'une image. Pour cela, il convient d'augmenter sur l'histogramme l'intervalle $[a, b]$ de répartition des niveaux de gris de l'image d'entrée. On parle alors d'étirement d'histogramme. Du point de vue de la transformation, un étirement maximal est réalisé dès lors que la répartition des niveaux de gris de l'image de sortie occupe l'intervalle maximal possible $[0, \text{Max}]$. Typiquement pour une image dont les niveaux sont codés sur 8 bits, l'intervalle $[a, b]$ de l'image initiale sera étiré jusqu'à l'intervalle $[0, 255]$.
- **Égalisation d'histogramme** : Cette transformation a pour objet également l'augmentation du contraste d'une image. Il comprend l'étirement d'histogramme présenté précédemment avec en plus une répartition uniforme des niveaux de gris. Après transformation, l'histogramme devient constant : chaque niveau de gris est représenté dans l'image par un nombre constant de pixels. On parle aussi d'histogramme « plat ». Cette transformation n'est en théorie possible que dans la mesure où l'on dispose de données continues. Or le domaine spatial et, surtout, l'échelle des niveaux de gris sont des données discrètes. Dans la pratique donc, l'histogramme obtenu ne sera qu'approximativement constant.

5. Binarisation

Binariser une image revient à trouver un seuil aux niveaux de gris. Un pixel dont la valeur est en dessous de ce seuil va alors prendre une des deux valeurs possibles et inversement un pixel dont la valeur est supérieure au seuil prendra la valeur opposée. La matrice représentant cette image ne va donc contenir que deux valeurs, typiquement des 0(noir) et des 1(blanc). Donc son but est de transformer une image multi-niveaux en une image binaire.

Pourquoi la binarisation ?

- La plupart des méthodes existantes travaillent sur une image simplifiée noire et blanche.
- Une bonne binarisation est une étape importante pour la reconnaissance.
- Une binarisation est un traitement irréversible car c'est le résultat d'une interprétation suivant un critère et une méthode.
- Les images non binarisées conservent toute l'information.

Algorithme de binarisation

Début

Pour chaque pixel de l'image **Faire**

Si le niveau de gris de pixel $> S$ **Alors**

Pixel = blanc (255)

Si non

Pixel = noir (0)

Fin si

Fait

Fin

- Où S est le seuil qui est la valeur d'intensité entre deux classes.



Image originale

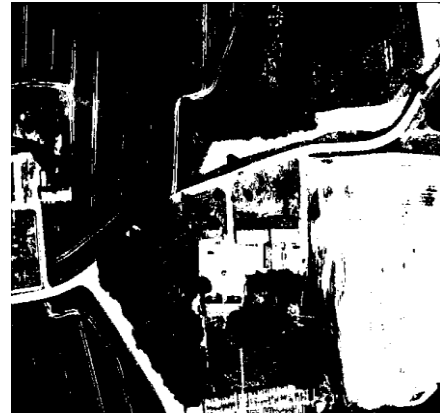


Image résultat

Figure 2.16 : Résultat de binarisation.

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié différents filtres qui permettent d'améliorer la qualité de l'image satellitaire et d'après les résultats obtenus, nous optons pour le filtre Médian car c'est le filtre adéquat pour l'élimination du bruit, et il fait disparaître les points parasites.

Le prétraitement permet d'obtenir une image plus significative et ceci en éliminant les données inutiles, ce qui permet de préparer l'image aux phases suivantes.

Chapitre III

Extraction de scènes

1. Introduction

Fondamentalement, la segmentation est un processus qui consiste à découper une image en régions connexes présentant une homogénéité selon un certain critère, comme par exemple la couleur. L'union de ces régions doit redonner l'image initiale

La segmentation est une étape importante pour l'extraction des informations qualitatives de l'image. Elle fournit une description de haut niveau : chaque région est connectée à ses voisines dans un graphe et chaque région porte une étiquette donnant des informations qualitatives comme sa taille, sa couleur, sa forme, son orientation.

Après la phase de prétraitement, les images sont caractérisées par une très bonne résolution spatiale, qui permet une différenciation tissulaire importante. Elles se prêtent, donc très bien à une segmentation des différentes régions.

2. Segmentation

En analyse d'images, on fait souvent la distinction entre traitements bas niveau et haut niveau. Les premiers travaillent sur les valeurs attachés aux pixels de l'image sans faire le lien entre la réalité qu'elles représentent. Tandis que les seconds opèrent sur des entités symboliques constituant une interprétation de la réalité extraite de l'image. La segmentation est un traitement bas niveau qui consiste à diviser l'ensemble de pixels en régions connexes, homogènes et différentes de ses voisins. Ici, on ne cherche pas à déterminer ce que les régions représentent. La qualité de l'interprétation d'une image dépend fortement de celle de la segmentation. Malgré la grande diversité de méthodes, les résultats de segmentation restent moyens et varient beaucoup en fonction de la technique choisie.

Une méthode de segmentation générale et automatique est difficile à concevoir étant donné les différents types de régions pouvant être présentes dans une image.

Généralement, la segmentation d'une image est effectuée par l'utilisation de l'une des deux grandes approches basée sur l'extraction de contours (frontières) ou la croissance des régions.

Et On regroupe généralement les algorithmes de segmentation en trois grandes classes :

1. Segmentation basée sur les pixels.
2. Segmentation basée sur les régions.

3. Segmentation basée sur les contours.

2.1. Segmentation basée sur les pixels

Travaille sur des histogrammes de l'image. Par seuillage, clustering ou clustering flou, l'algorithme construit des classes de couleurs qui sont ensuite projetées sur l'image. La segmentation est implicite puisqu'on suppose que chaque cluster de l'histogramme correspond à une région dans l'image.

En pratique, ce n'est pas forcément le cas et il faut séparer les régions de l'image qui sont disjointes bien qu'appartenant au même cluster de couleur. Ces algorithmes sont assez proches des algorithmes de réduction de couleur.

2.2. Segmentation basée sur les régions

Correspond aux algorithmes d'accroissement ou de dé-coupage de région. L'accroissement de région est une méthode bottom-up : on part d'un ensemble de petites régions uniformes dans l'image (de la taille d'un ou de quelques pixels) et on regroupe les régions adjacentes de même couleur jusqu'à ce qu'aucun regroupement ne soit plus possible. Le découpage de région est le pendant top-down des méthodes d'accroissement : on part de l'image entière que l'on va subdiviser récursivement en plus petites régions tant que ces régions ne seront pas suffisamment homogènes. Les algorithmes dit split and merge sont un mélange de ces deux approches et nous en décrivons deux exemples : le split and merge classique et l'algorithme CSC.

2.3. Segmentation basée sur les contours

S'intéresse aux contours des objets dans l'image. La plupart de ces algorithmes sont locaux, c'est à dire fonctionnent au niveau du pixel. Des filtres détecteurs de contours sont appliqués à l'image. Le résultat est en général difficile à exploiter sauf pour des images très contrastées. Les contours extraits sont la plupart du temps morcelés et peu précis et il faut utiliser des techniques de reconstruction de contours par interpolation ou connaître a priori la forme de l'objet recherché. Formellement, ce type d'algorithme est proche des techniques d'accroissement de région fonctionnant au niveau du pixel. Ces

techniques purement locales sont en général trop limitées pour traiter des images bruitées et complexes.

Il existe aussi d'autres classes de segmentation moins utilisées tel que les contours actifs (un des inconvénients majeurs réside dans la phase d'initialisation manuelle), les templates et les modèles pyramidaux. [19]

3. Approches proposées

Le but de notre projet est la segmentation des images satellitaires, afin d'extraire des scènes à partir d'elles.

On va effectuer cette segmentation à l'aide des méthodes suivantes :

- Soit par une approche contours : Fixation des limites qui entourent les différentes entités dans l'image et dans ce cas en appliquant cette approche sur les images obtenues après le prétraitement.
- Soit par la coopération entre l'approche contours et le clustering : parmi les méthodes de clustering on a appliqué la méthode de k-means qui consiste à regrouper les informations en K classe selon leurs similarités, en se basant sur la notion de distance et d'après ce résultat on a appliqué les algorithmes des différents types de détection de contours.
- Soit par La méthode de relaxation : qui est fondée sur le principe d'une croissance de régions exploitant une description des textures à l'aide d'histogrammes locaux.

4. Détection de contours

4.1. Définition d'un contour

Par définition, un contour est une brusque variation du niveau de gris dans une image d'une amplitude a et avec une pente p . un contour peut être défini comme une « marche d'escalier » si le contour est net, comme une « rampe » si le contour est plus flou ou comme un « toit » s'il s'agit d'une ligne sur un fond uniforme. : [20]

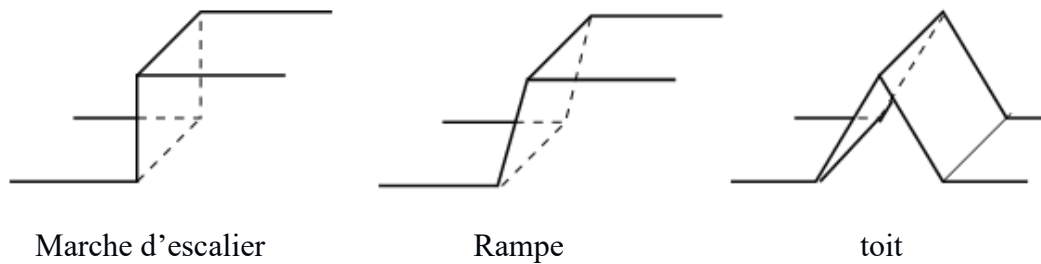


Figure 3.1: Quelques méthodes de contours.

Le plus utilisé est celui en marche d'escalier.

4.2. Les méthodes de détection de contours

4.2.1. Méthodes dérivatives du premier ordre (Approche Gradient)

Si $f(x, y)$ représente une image, le gradient n'est autre que l'application directe de la dérivée première et il s'écrit: [21]

$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x}(x, y) \\ \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \end{bmatrix}$$

À cette méthode on succède les opérateurs de *Roberts*, *Prewitt* et *Sobel* ou *Kirsch*.

a)Présentation des opérateurs de Roberts

Roberts approxime les dérivées directionnelles suivant les axes orientés à 45 degrés à l'aide d'une convolution de l'image $f(x, y)$ avec les masques 2*2 suivant :

$$h1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad h2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Ce détecteur présente une forte sensibilité au bruit en raison de la taille des masques.

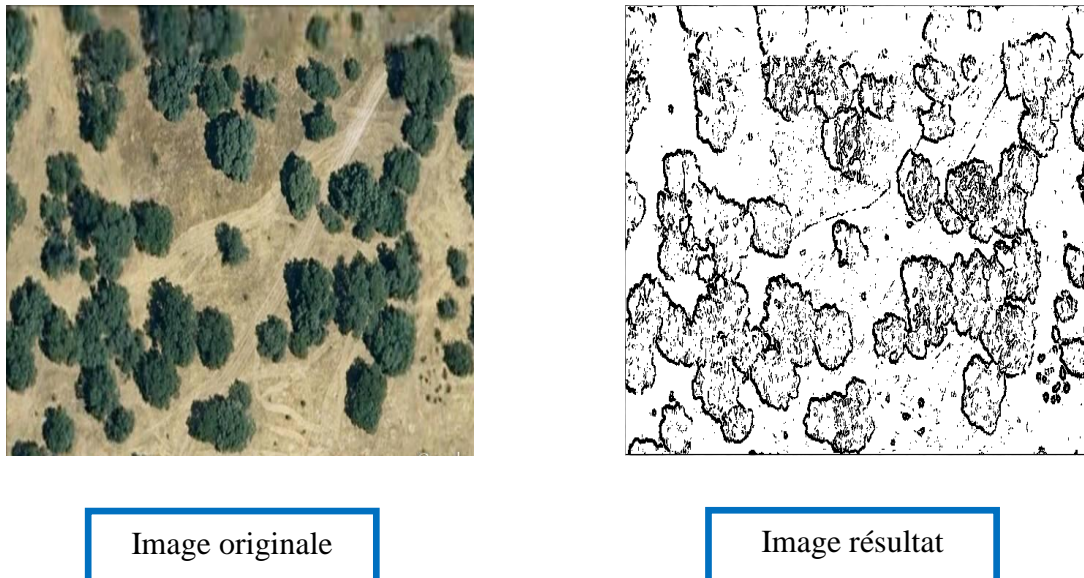


Figure 3.2: Extraction de contour par le détecteur Roberts.

b) Présentation des opérateurs de Sobel et Prewitt

Ces détecteurs utilisent un filtre linéaire qui a l'avantage d'effectuer deux opérations en même temps, un lissage de l'image et une dérivation. Ils restent sensibles au bruit mais donnent de bons résultats sur des images non bruitées. Voici les deux filtres impliquant un opérateur horizontal et un opérateur vertical.

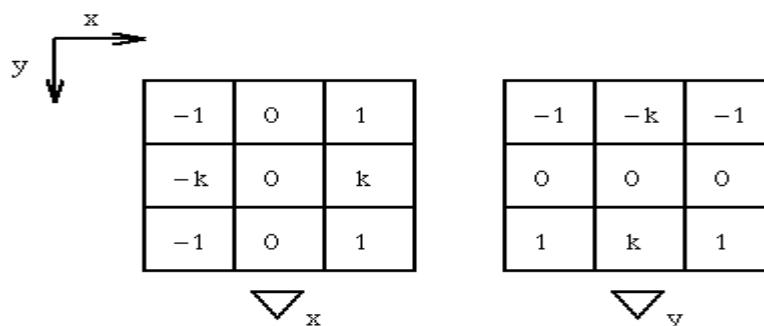


Figure 3.3 : Masques de convolution des opérateurs de Prewitt ($k=1$) et de Sobel ($k=2$)

L'opérateur de *Prewitt* est défini pour une valeur de $k=1$ et *Sobel* pour $k=2$. Ces opérateurs calculent les variations dans seulement deux directions et ont tendance à donner des contours légèrement épais, ce qui dans certains cas peut être gênant.

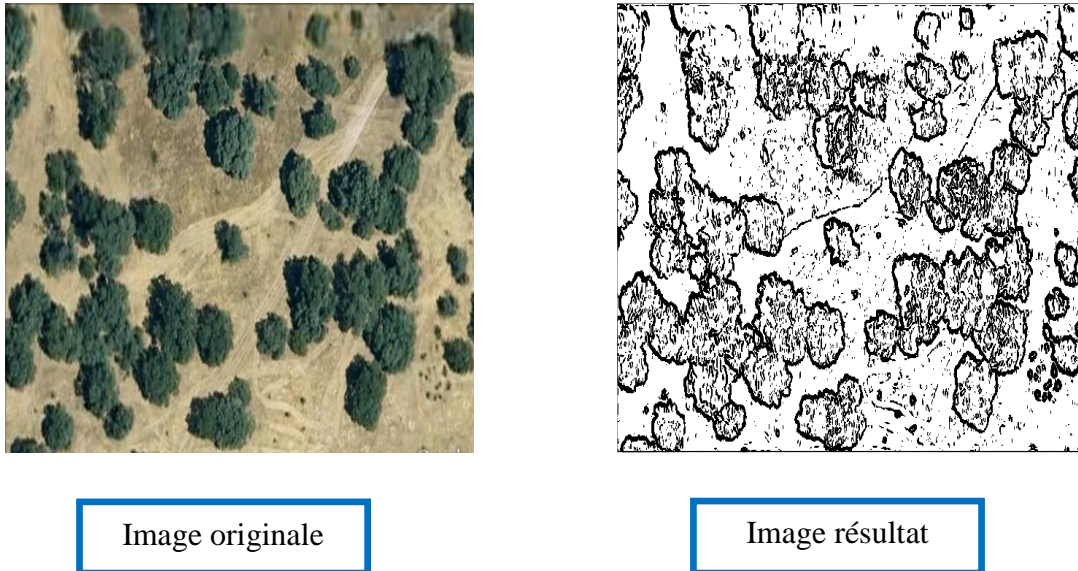


Figure 3.4 : Extraction de contour par le détecteur Sobel.

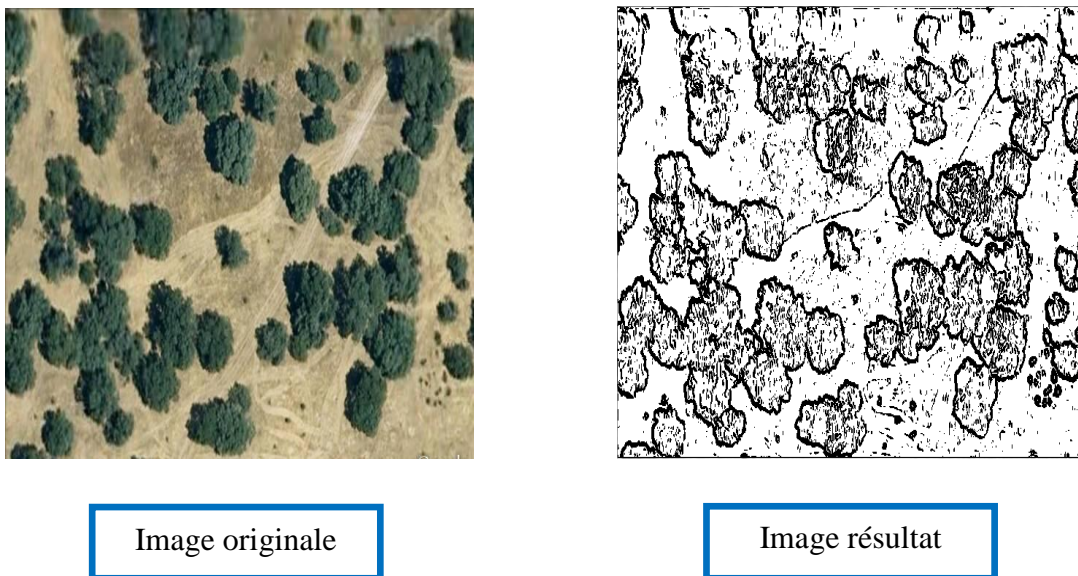


Figure 3.5 : Extraction de contour par le détecteur Prewitt.

c) Présentation des opérateurs de Kirsch

Lorsque plusieurs contours se rejoignent en un point, la détection sur seulement deux directions peut être insuffisante. L'opérateur de **Kirsch** est un opérateur à huit masques correspondant chacun à une direction préférentielle et obtenue par rotation de $\pi/8$ de l'opérateur de base H_0 :

$$h_0 = \begin{pmatrix} -5 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & 3 \\ -3 & -3 & -3 \end{pmatrix} \quad h_1 = \begin{pmatrix} -3 & -5 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & -3 \end{pmatrix}$$

Le gradient retenu sera celui correspondant à la valeur maximum donnée par :

$$\text{Max}_{i=1,\dots,3} |H_i * f|$$

L'orientation retenue pour le contour sera celle correspondante au masque ayant permis d'obtenir le gradient maximum.



Image originale

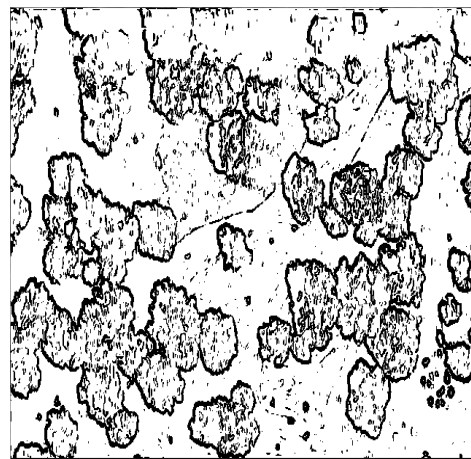


Image résultat

Figure 3.6 : Extraction de contour par le détecteur Kirsch.

4.2.2. Méthodes dérivatives du deuxième ordre (Approche Laplacien)

a) La méthode du Laplacien

L'opérateur *Laplacien* est un opérateur de filtrage linéaire. Le contour se trouve là où le Laplacien change de signe, c'est à dire là où la dérivée seconde passe par zéro. Ce passage par zéro étant unique le Laplacien fournit directement un contour d'une épaisseur d'un pixel.

Le Laplacien de la fonction Image est défini par :

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}(x, y) + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}(x, y)$$

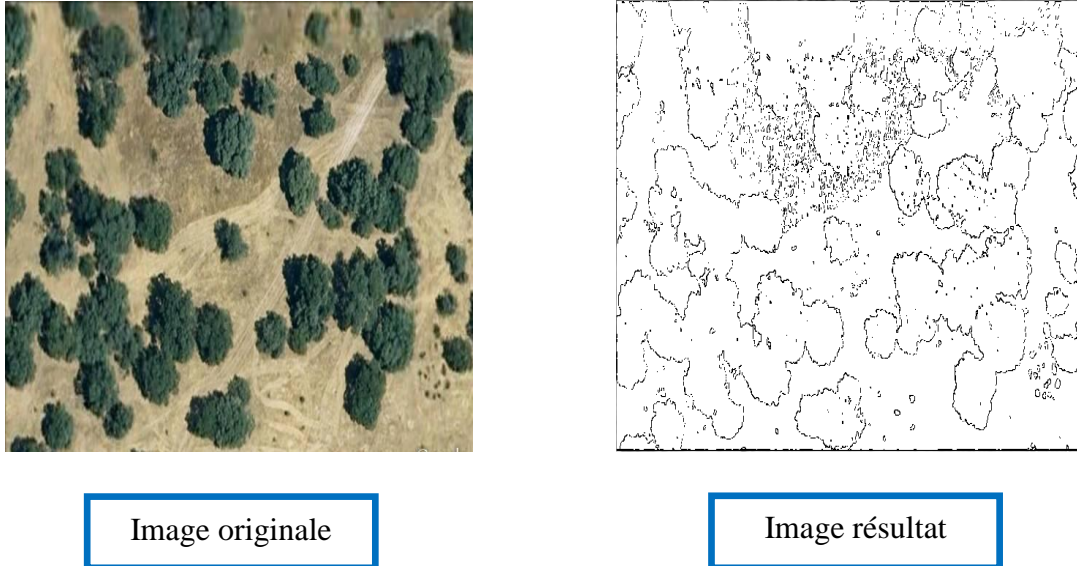


Image originale

Image résultat

Figure 3.7 : Extraction de contour par le détecteur Laplacien.

b) La méthode de Marr et Hildreth

Marr et Hildreth ont développé une technique permettant de régler le problème du bruit dans les images dont on veut détecter les contours. Ils ont fait une convolution de l'image avec un Laplacien d'une gaussienne (LoG filter). Cela permet de supprimer du bruit qui aurait été détecté par le Laplacien seul. Mais il faut cependant ajuster la variance de la Gaussienne en fonction du type d'image à traiter. Un filtre de variance trop large dégrade trop l'image (en la rendant trop floue et en éliminant les contours) et une variance trop faible conduit à une détection de bruit trop importante.

Dans le cas continu, l'opérateur de *Marr et Hildreth* correspond à la convolution de l'image de coordonnées x et y par l'opérateur dérivée seconde d'une Gaussienne de variance σ . [22]

En deux dimensions, le filtre Gaussien s'écrit :

$$G_{\delta}(x, y) = \frac{1}{2\pi\delta^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\delta^2}}$$

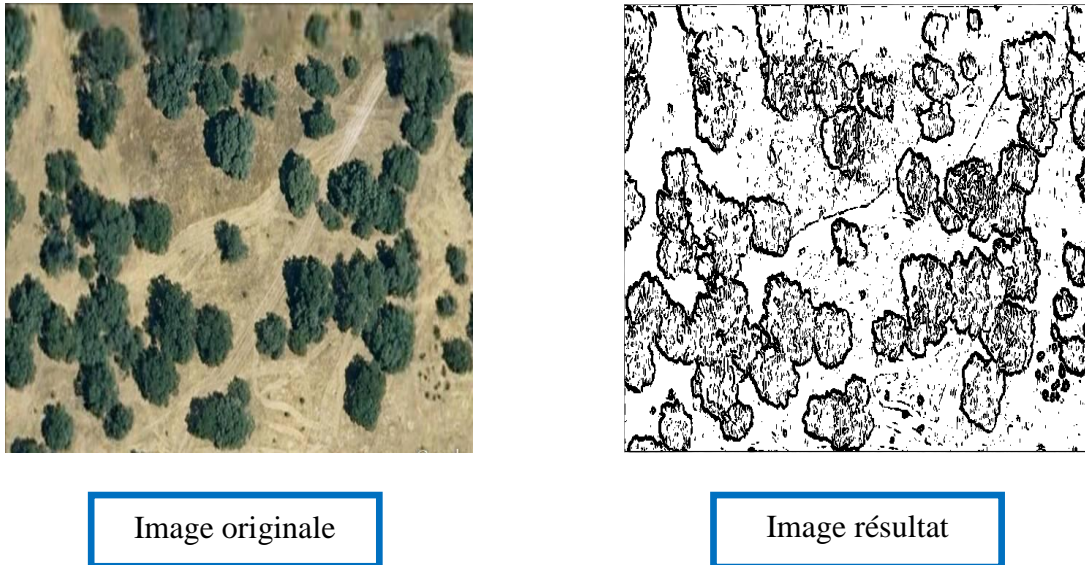


Figure 3.8 : Extraction de contour par le détecteur Marr et Hildreth.

4.2.3. Méthodes par filtrage optimal (Approche optimale)

La méthode de Canny

Comme dans le cas de la détection de points d'intérêt la détection des contours consiste essentiellement à repérer les changements locaux d'intensité sur l'image en niveau de gris. [23]

Le détecteur de *Canny* repose sur quatre étapes :

- Un filtrage Gaussien pour limiter les fausses détections dues au bruit.
- Un calcul de gradient d'intensité pour chaque pixel afin de faire ressortir les variations d'intensité.
- Une suppression des non-maximas par un seuillage sur le module du gradient.
- Un seuillage hystérésis qui détermine et relie les pixels où le gradient est suffisamment grand pour qu'ils figurent sur un contour.

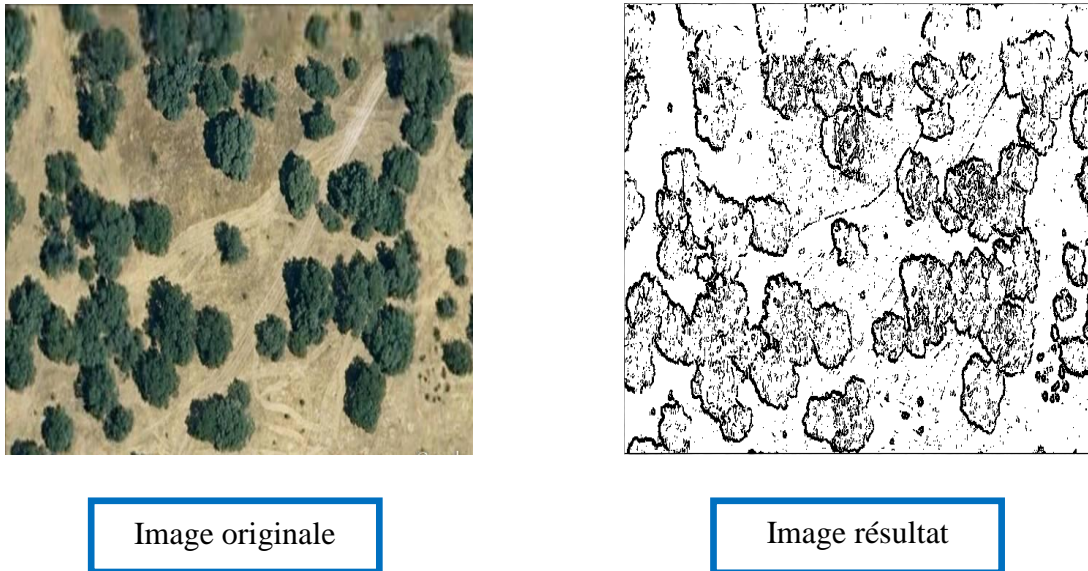


Figure 3.9 : Extraction de contour par le détecteur Canny.

4.3. *Interprétation des résultats*

Nous constatons que tous les opérateurs de détection de contours permettent d'extraire les contours des régions correspondant à des objets bien précis de l'image.

Le problème majeur réside dans l'épaisseur des contours et qui dépend de l'opérateur choisi.

Le détecteur de Laplacien donne des contours d'un pixel d'épaisseur.

Les opérateurs de Canny et Marr et Hildreth donnent les contours très épais et ils font apparaître les détails.

Nous remarquons que l'épaisseur des contours résultant de l'application de l'opérateur de Kirsch est plus épaisse que celle des contours résultant de l'application de l'opérateur Sobel, mais ils sont mieux localisés, donc pour une meilleure représentation des contours, les opérateurs de Sobel et Prewitt détectent les contours mieux que l'opérateur de Robert.

5. *Clustering*

Le *clustering* est une opération qui a pour but de séparer différentes zones homogènes d'une image, afin d'organiser les objets en groupes (*clusters*) dont les membres ont en commun diverses propriétés (intensité, couleur, texture, etc.).

On traite l'ensemble des points comme provenant d'une fonction de densité de probabilité (qu'on ne connaît pas explicitement, bien sur): les régions de l'espace où la densité est forte correspondent aux maximaux locaux (modes) de la distribution sous-jacente. [24]

Les algorithmes de clustering sont :

- ✓ *Mean-Shift* : est une procédure itérative de recherche de maximum locaux.
- ✓ *Fuzzy C-means (FCM)* : est un algorithme de classification non-supervisée floue.
- ✓ *K-means*

Parmi ces trois algorithmes on a choisi l'algorithme de *K-means*.

5.1 *K-means*

Le k-means (appelé aussi C moyenne ou méthode des centres mobiles) est conçu par **MacQueen** en **1967**. C'est l'algorithme de clustering le plus connu et le plus utilisé dans le datamining, du fait de sa simplicité de mise en œuvre. Il consiste à regrouper les informations en K classe selon leurs similarités, en se basant sur la notion de distance, cet algorithme a fait ces preuves dans plusieurs domaines (Bases de données, marketing, ...), il est aussi très utilisé dans le domaine de la segmentation d'image.

Le K-means se base sur la notion de distance entre les enregistrements, pour cela il utilise plusieurs distances connues (Euclidienne, Manhathan, Minkowski), pour les images, les métriques sont les niveaux de couleurs, si on utilise par exemple une image couleur (en RVB), la distance Minkowski entre deux pixels est définie de la manière suivante :

$$D(\text{Pixel1}, \text{Pixel2}) = \sqrt[R]{(Rp2 - Rp1)^R + (Vp2 - Vp1)^R + (Bp2 - Bp1)^R}$$

Avec RpX le niveau du rouge du pixel X, VpX le niveau du vert du pixel X et BpX le niveau du bleu du pixel X.

a) Algorithme *K-means*

Entrées : k le nombre de clusters désirés, type de distance.

Sortie : Une partition $C = \{C_1, \dots, C_k\}$

Début

Etape 0 : 1. Initialisation par tirage aléatoire dans X (image de $m \times n = P$ pixels) de k centres.

2. Constitution d'une partition initiale $C_0 = C_1, \dots, C_k$ par allocation de chaque objet x_i de X au centre le plus proche.

3. Calcul des centroïdes des k classes obtenues.

Etape t : 4. Constitution d'une nouvelle partition $C_t = C_1, \dots, C_k$ par allocation de chaque objet x_i de X au centre le plus proche.

5. Calcul des centroïdes des k classes obtenues.

6. Répéter les étapes 4 et 5 tant que des changements s'opèrent sur les objets des clusters.

7. Retourner la partition finale.

Fin. [25]

b) Fonction choix du centre

La fonction du choix du centre sera spécifiée comme suit :

Fonction choix du centre ($n \times m$: pixel) : pixel

Var i, k : entier ;

Début

Pour $i := 1$ à k **Faire**

$C[i] := \text{random}(n \times m)$;

Fait

Fin.

c) Fonction calcul du distance

La fonction qui se charge de calculer la distance sera comme suit :

Fonction CalculDist ($p1, p2$: pixel, Choix : entier) : réel

Var

Distance : réel ;

Début

$\text{CalculDist} = \sqrt[R]{(Rp2 - Rp1)^R + (Vp2 - Vp1)^R + (Bp2 - Bp1)^R}$;

Fin.

d) Fonction calcul de nouveau centre

Le calcul de nouveau centre dans chaque cluster se fait selon la variante utilisée de l'algorithme K-means dans le K-means classique : Le nouveau centre est la moyenne des éléments du cluster.

La fonction qui se charge de calculer nouveau centre sera comme suit :

Fonction nouvcentre (cl : cluster) : pixel

Var

Début

C[cl] :=moyenne (cl) ;

Fin.



Image originale

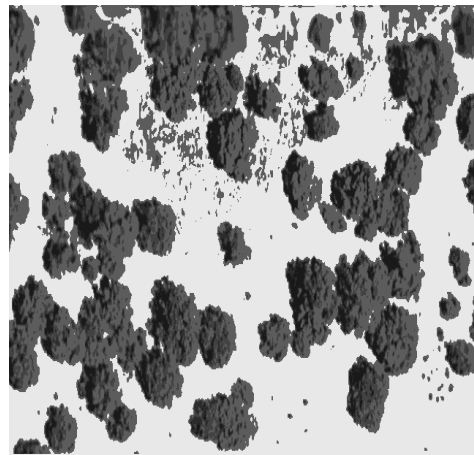


Image résultat

Figure 3.10 : Résultat de segmentation par l'algorithme K-means.

5.2. Interprétation des résultats

Nous remarquons que l'obtention des bons résultats dépend du choix de distance, le nombre de classes K et le niveau de couleur, c'est pour ça on a choisi les caractéristiques suivantes :

- ✓ Distance : Minkowski.
- ✓ Niveau de couleur : Moyenne.
- ✓ $K=5$.

Nous avons pu constater que lorsque les contours ne sont pas bien définis, la segmentation devient difficile.

6. La coopération région-contour (*clustering et détection de contours*)

Le principe de la coopération qu'on a fait est que la technique par régions est réalisée en premier lieu. Son résultat sera par la suite exploité par la technique de contours.

Parmi les résultats obtenus on a choisi les deux coopérations suivantes :



Image originale

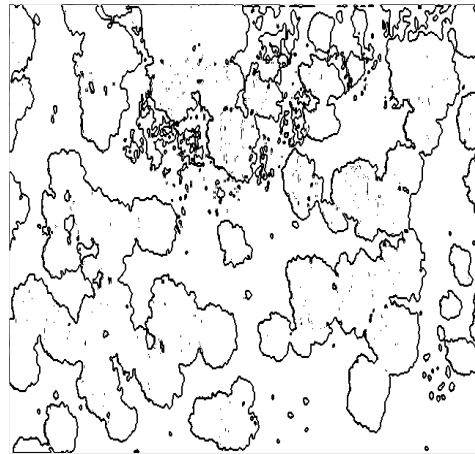


Image résultat

Figure 3.11 : Résultat de la coopération avec le détecteur kirsch.



Image originale

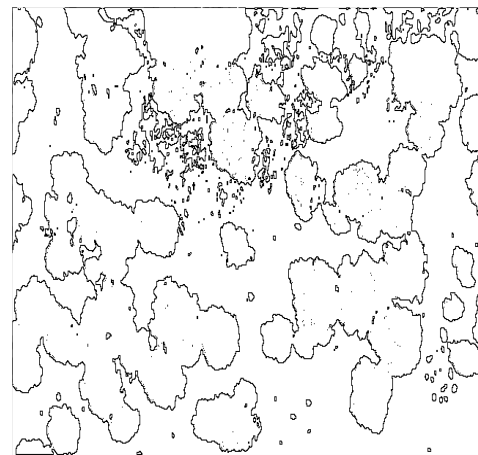


Image résultat

Figure 3.12 : Résultat de la coopération avec le détecteur Roberts.

6.1. Interprétation des résultats

Nous constatons que l'intégration de l'information provenant de la segmentation par régions dans une segmentation par contours dépend du résultat de la première segmentation, s'il était bon alors les résultats de la coopération seront bons.

Nous remarquons que l'épaisseur des contours résultant de l'application des opérateurs de détection de contours est épaisse après le prétraitement et il devient plus fin après la coopération.

Nous avons pu observer que le meilleur résultat correspond généralement à la valeur de niveau qui est égale à 50.

Si la valeur de niveau est supérieure à 101 les résultats ne sont pas parfaits (l'invisibilité la discontinuité de certains contours).

7. Relaxation

7.1. Principe de la méthode

La méthode de relaxation est fondée sur le principe d'une croissance de régions exploitant une description des textures à l'aide d'histogrammes locaux. Il exploite un critère «d'homogénéité» basé sur la comparaison d'histogrammes locaux (deux points appartiennent à la même zone si leurs histogrammes se ressemblent suffisamment). La quantification de cette ressemblance est donnée par : $r(h_1, h_2) = \frac{h_1 \cdot h_2}{\|h_1\| \cdot \|h_2\|}$, $r(h_1, h_2)$ est compris entre 0 et 1.

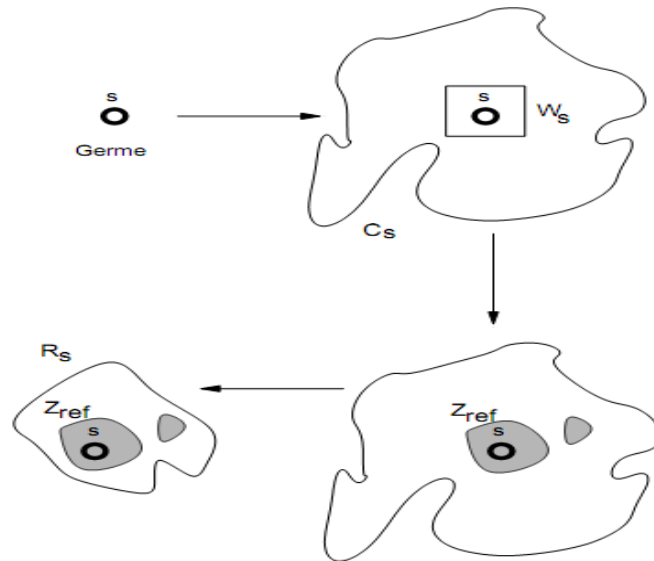
Le germe potentiel d'une nouvelle région est le point non affecté à une région déjà créée et dont la norme de l'histogramme local est maximale.

L'étape de relaxation comporte l'extraction de deux composantes connexes. Le germe s étant choisi, on extrait une première composante connexe C_s autour de s , définie par les points tels que $r(s, t) \geq T_1$. T_1 est assez faible, mais le nombre de pixels de C_s est limité (étapes 1,2,3 de l'algorithme). Dans C_s , les pixels dont les histogrammes locaux sont les plus corrélés forment la région de référence. L'histogramme de cette zone Z_{ref} servira d'histogramme de référence (étape 4 de l'algorithme).

La région R_s finalement extraite est une composante connexe autour du germe contenant la zone de référence et une zone constituée des pixels les plus proches de l'histogramme de référence.

Trois seuils sont utilisés:

- T1 pour extraire Cs.
- T2 pour sélectionner Zref.
- T3 permet d'extraire Rs.



7.2. Algorithme de relaxation

Début

1. Pour tout t , calcul de l'histogramme h_t sur la fenêtre centrée en t
2. Détermination du point $s = \text{argmax}(|h_t|)$ dans la partie d'image non segmentée
3. Extraction d'une composante connexe C_s autour de s :

C_s contient un nombre défini de sites q tels que

$$r(h_q, h_s) > \text{seuil } T1$$

4. Définition de la zone de référence Z_{ref}

$$Z_{ref} = \{ \text{site } q \text{ de } C_s, r(h_q, h_s) > \text{seuil } T2 \}$$

h_{ref} = histogramme sur Z_{ref}

5. Extraction de la région R_s contenant Z_{ref} connexe à S

R_s contient les sites q tels que $r(h_q, h_{ref}) > T3$

6. Dilatation morphologique de R_s
7. Etiquetage de R_s
8. Retour en 2

Fin.

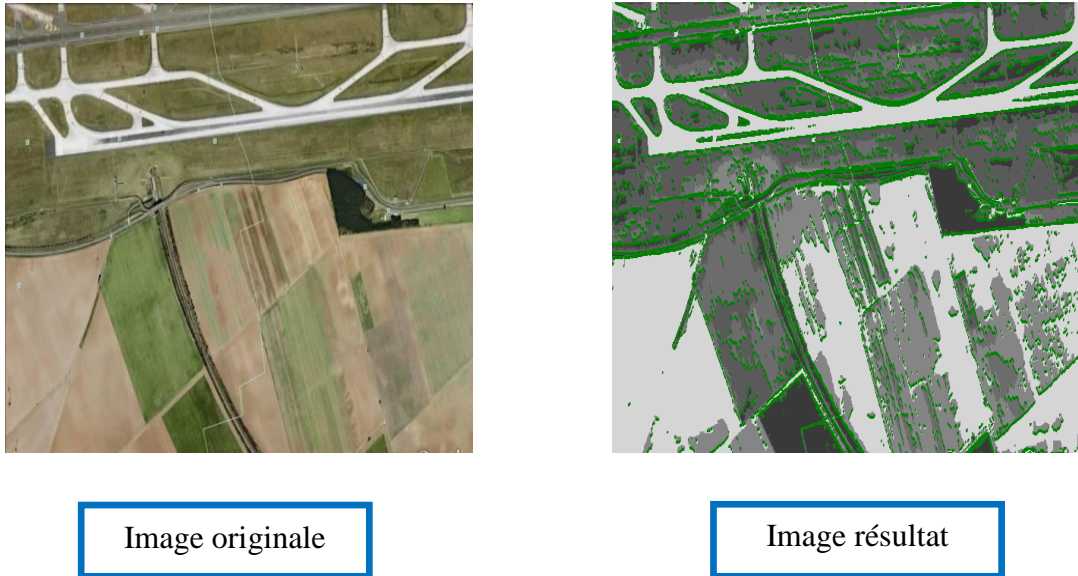


Figure 3.13 : Résultat de segmentation par la relaxation.

7.3. Interprétation des résultats

La relaxation donne des très bons résultats sur des objets. Il a été difficile d'appliquer la relaxation sur des images satellitaires mais malgré tout on a pu extraire quelques régions.

Nous constatons une invisibilité et discontinuité de certains contours.

8. Conclusion

On a essayé dans ce chapitre de présenter une méthode de segmentation basée sur plusieurs approches qui sont :

➤ Approche contour :

Nous pouvons dire que la difficulté de discernement des entités dans une image satellitaire rend les méthodes présentées insuffisantes.

Les contours dans une image satellitaire renferment une information très riche sous forme condensée mais on rencontre rarement un contour idéal.

➤ la coopération entre l'approche contours et le clustering :

Le discernement des entités dans une image satellitaire est un peu fiable que la première approche et ça revient à la combinaison entre l'algorithme de k-means qui est très utilisé dans la méthode de clustering et les différentes méthodes de détection de contours.

➤ La méthode de relaxation :

Pour les images fortement bruitées, elle est plus efficace qu'une image sans bruit.

Après le travail effectué, on note qu'un bon résultat de segmentation ne permet pas forcément une bonne interprétation mais nous ne pouvons pas obtenir une bonne interprétation à partir d'un mauvais résultat de segmentation.

Chapitre IV

Présentation du logiciel

1. Introduction

Le but de notre projet est de réaliser un logiciel qui permet de segmenter les différentes régions d'une image satellitaire, en utilisant trois approches : extraction de contour, coopération région-contour et la relaxation. Et aussi d'effectuer des opérations de prétraitement tel que filtrage et binarisation...

2. Implémentation

2.1 Outils utilisés

Pour implémenter notre système nous avons utilisé :

1. Delphi

Pour le codage des algorithmes et des différents modules, notre choix a porté sur ce langage car Delphi, langage orienté objet inspiré du pascal objet. Delphi est :

- ✓ Un environnement de développement rapide d'application très adapté pour ce type de projets.
- ✓ Un langage qui supporte la programmation objet et facilite l'intégration des classes.
- ✓ Plus répandu sur le marché local par rapport aux autres langages.

On utilise aussi une définition objet pour faciliter la représentation et l'exploitation des données. Et des modules de support d'extensions d'images.

2. Flash

En effet, Après avoir terminé l'intégration de tous les modules développés, on s'est intéressé à l'ajout d'une interface conviviale et ergonomique, l'outil utilisé est une bibliothèque implémentée sous Delphi qui construit des interfaces avec la technologie flash, ce qui nous a permis de réaliser une interface animée et souple.

2.2 Portabilité

Notre application fonctionne sur une plate forme Windows 2000/XP/ NT/Vista, cette version préliminaire ne s'exécute pas sur plate forme Unix/Linux.

2.3 Documentation

Vu la particularité de nos utilisateurs (chercheurs), on s'est contenté de produire juste un guide d'utilisation (voir la suite du chapitre).

3. Description de logiciel

Notre logiciel présente le menu suivant :



Figure 4.1 : Interface principale de logiciel.

Notre Interface est composée de trois fenêtres :

- ✓ **Extraction de scènes** : Concerne les prétraitements et la segmentation d'image par toutes les méthodes proposées.
- ✓ **Aide** : présente la description du logiciel et quelques d'exemples d'application.
- ✓ **A propos** : Présente le titre et les développeurs de ce logiciel.

3.1. La fenêtre extraction de scènes

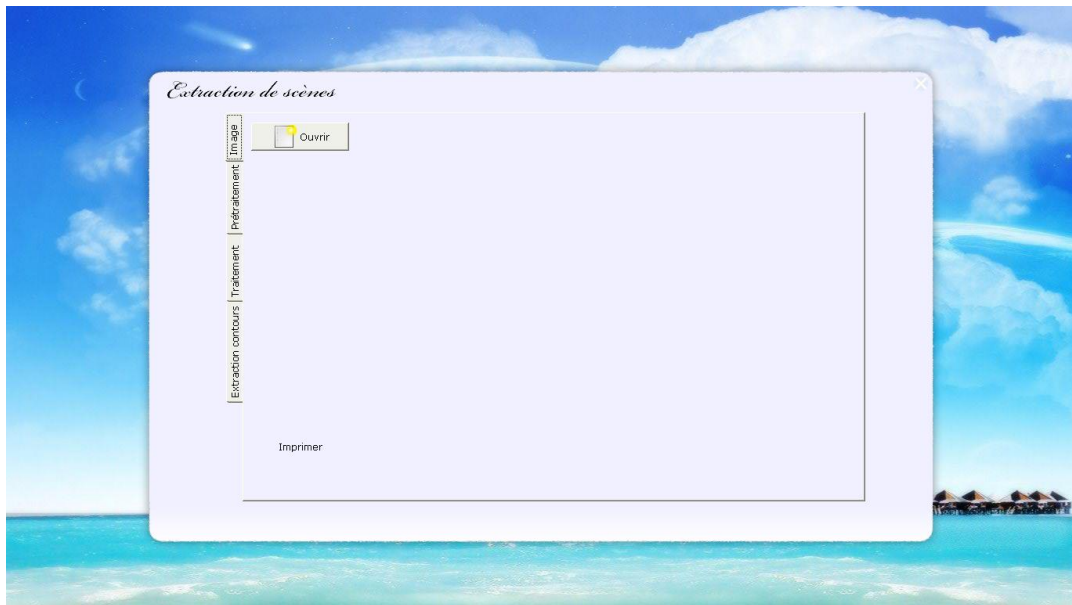


Figure 4.2: Fenêtre d'extraction de scènes.

Cette fenêtre contient quatre pages de control :

- ✓ Image
- ✓ Prétraitement
- ✓ Traitement
- ✓ Extraction de contours

3.1.1. La page image

-Ouvrir : permet d'ouvrir une image.

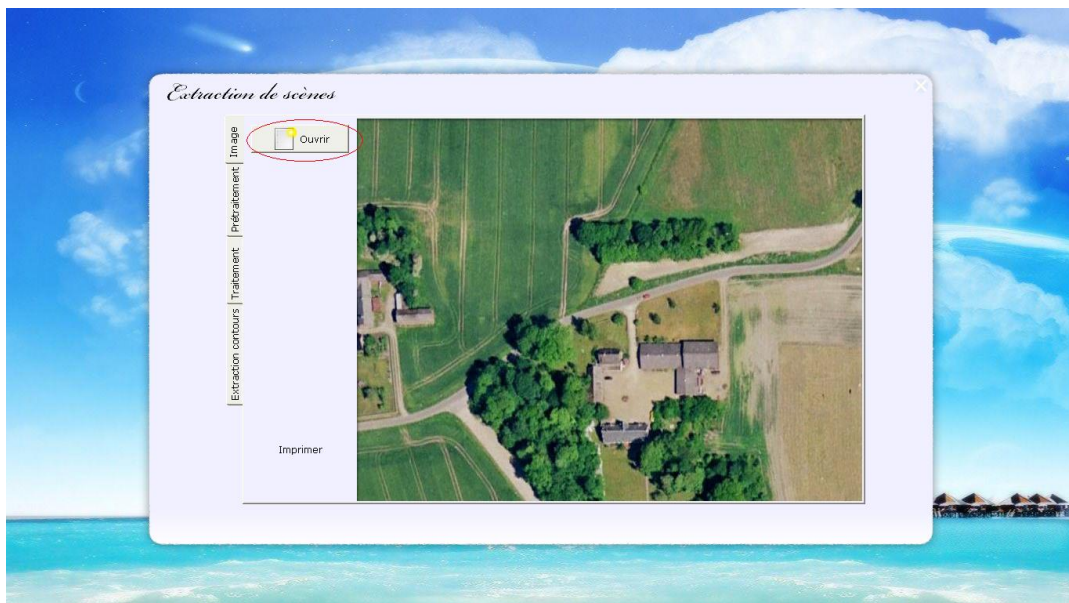


Figure 4.3: L'effet de bouton ouvrir.

-Imprimer : Permet d'imprimer une image.

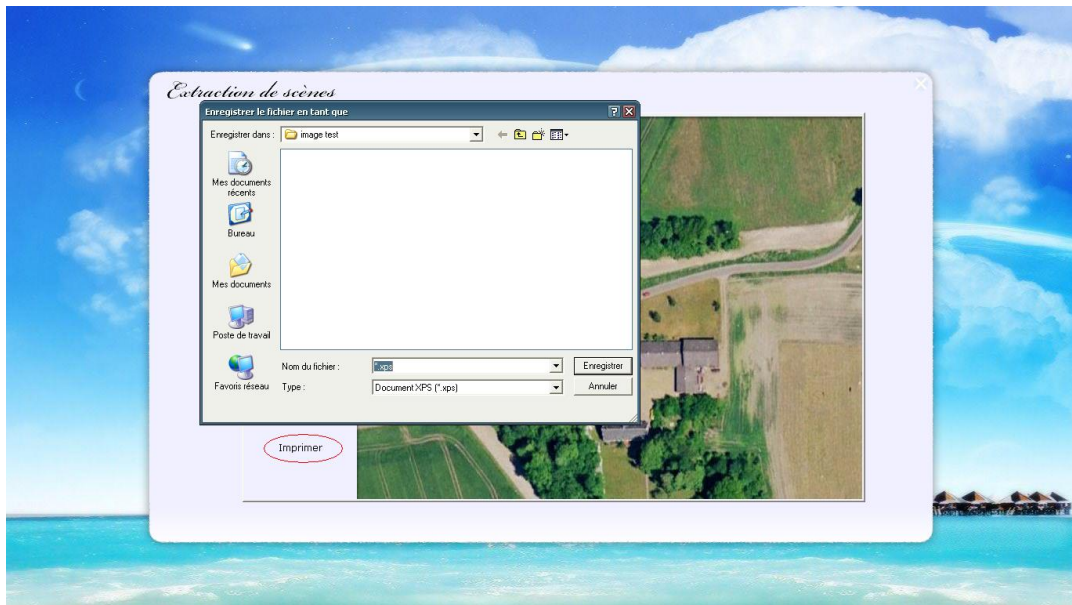


Figure 4.4: L'effet de bouton imprimer.

3.1.2. La page prétraitement

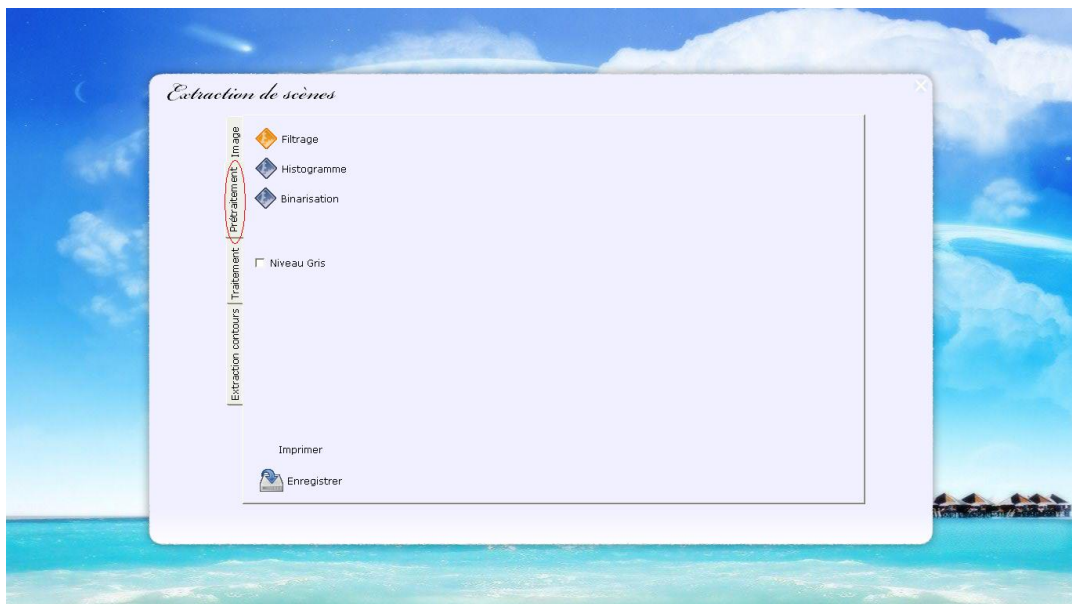


Figure 4.5: Page prétraitement.

1. Filtrage : il y a deux types de filtres :

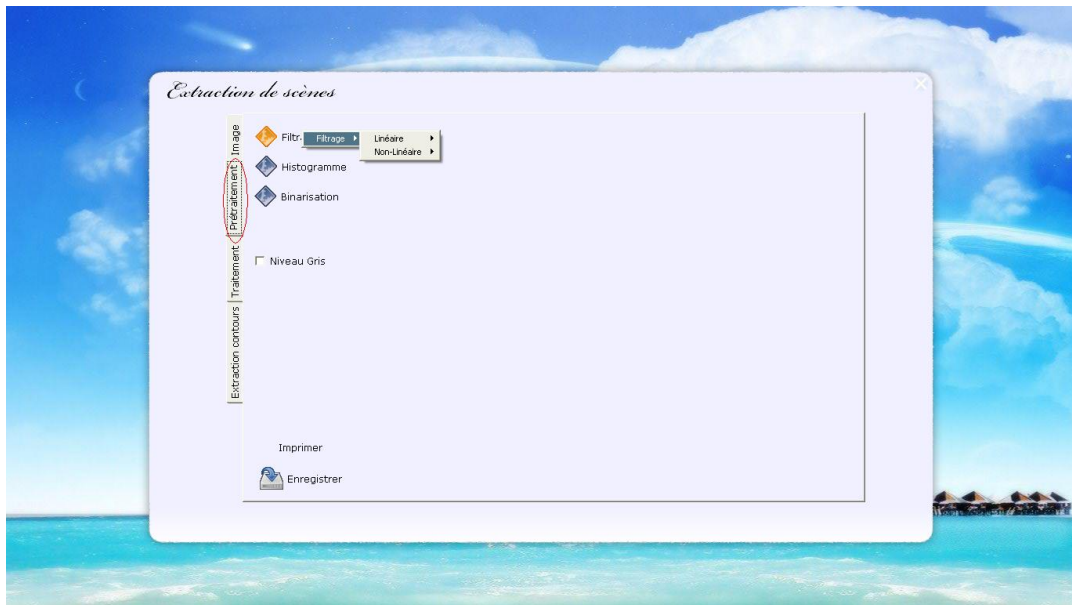


Figure 4.6: Menu filtrage.

a) Filtrage linéaire: il y a quatre types de filtrage linéaire:

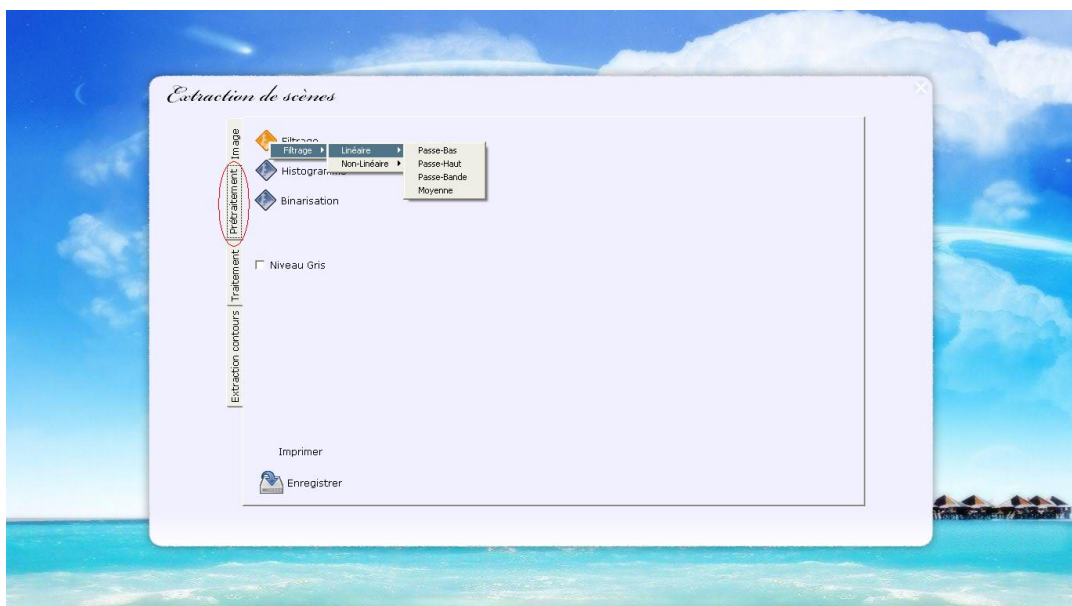


Figure 4.7: Sous menu filtrage linéaire.

- a.1) **Filtre passe-bas** : permet de filtrer l'image avec le filtre passe-bas.
- a.2) **Filtre passe-haut** : permet de filtrer l'image avec le filtre passe-haut.
- a.3) **Filtre passe bande** : permet de filtrer l'image avec le filtre passe bande.
- a.4) **Filtre moyen**: permet de filtrer l'image avec le filtre moyen.

b) Filtrage non linéaire : il y a quatre types de filtrage non linéaire:

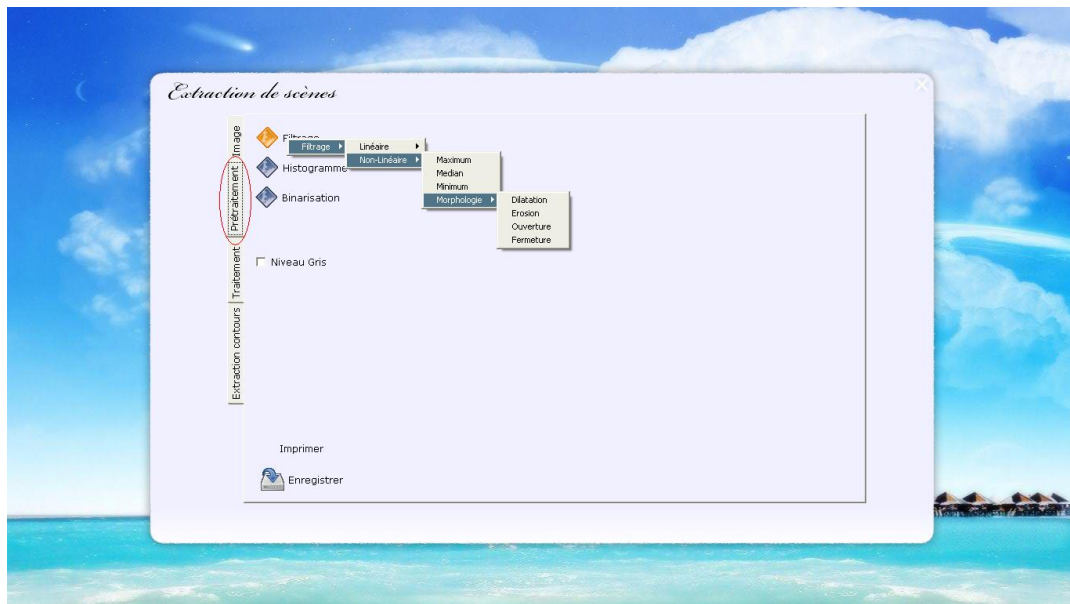


Figure 4.8: Sous menu filtrage non linéaire.

b.1) Filtre médian: permet de filtrer l'image avec le filtre médian.

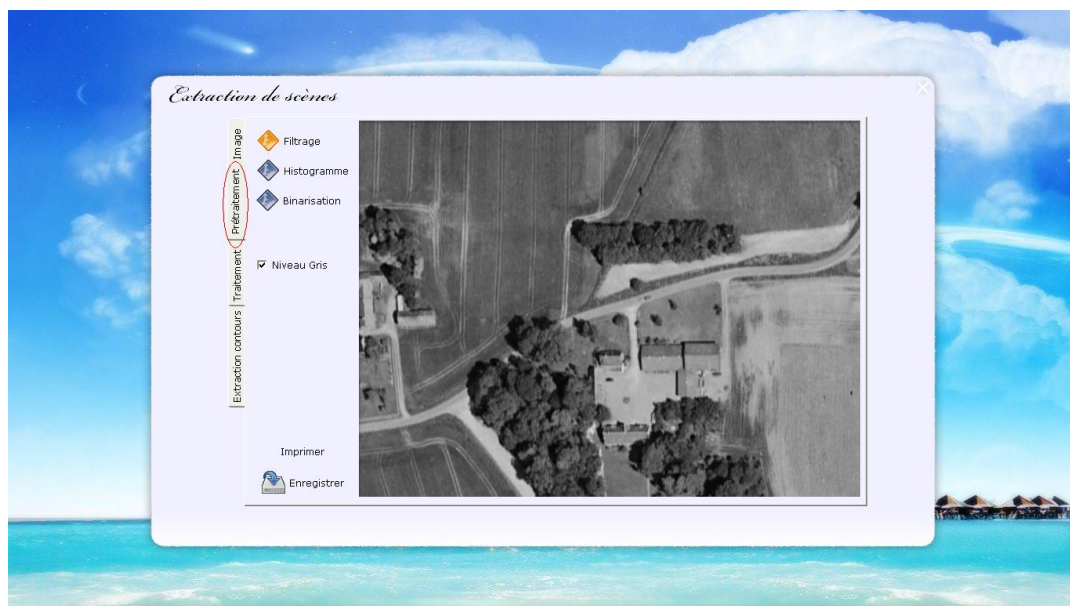


Figure 4.9 : Filtrage médian.

b.2) Filtre maximum: permet de filtrer l'image avec le filtre maximum.

b.3) Filtre minimum: permet de filtrer l'image avec le filtre minimum.

b.4) Filtre morphologie:

- ✓ **Dilatation :** permet de dilater l'image.

- ✓ **Erosion** : permet d'éroder l'image.
- ✓ **Ouverture** : permet de calculer l'ouverture morphologique de l'image.
- ✓ **Fermeture** : permet de calculer la fermeture morphologique de l'image.

2. Histogramme

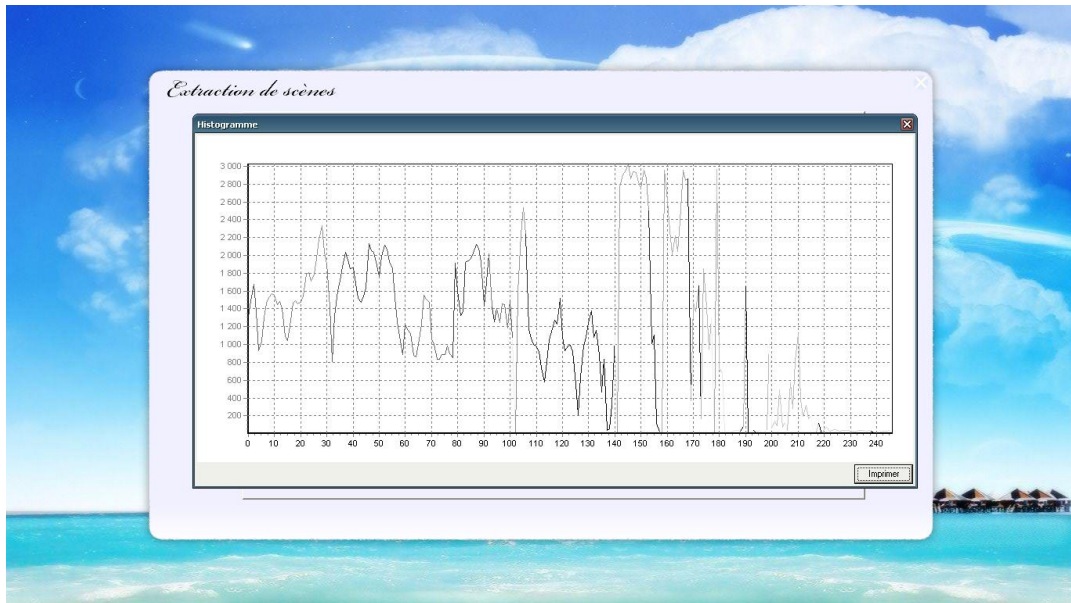


Figure 4.10 : Histogramme.

3. Binarisation : permet de binariser l'image.

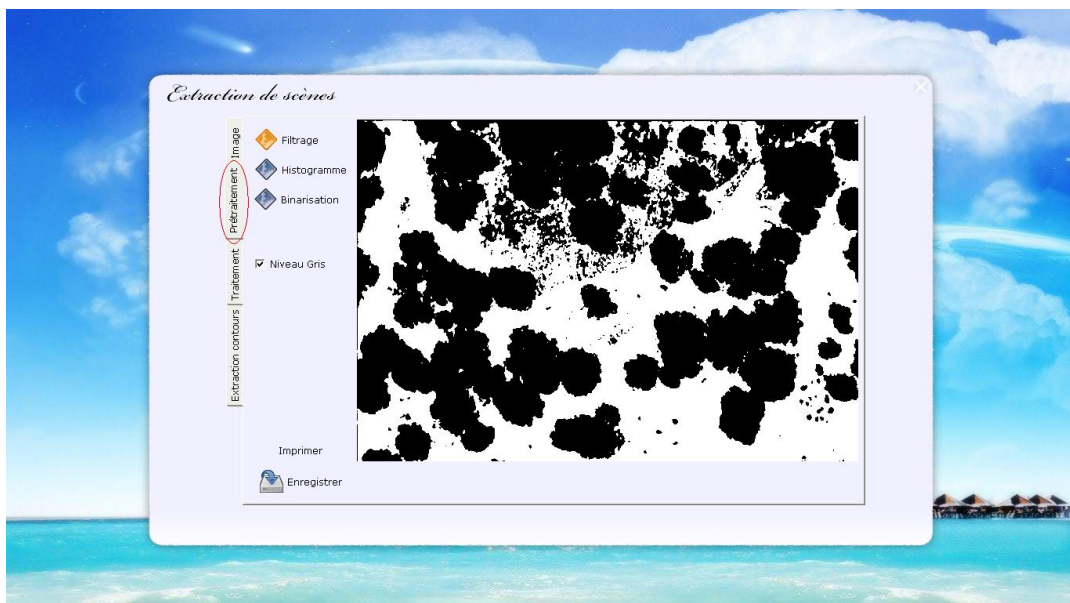


Figure 4.11 : Binarisation.

-Choix de niveau de gris

Convertir une image couleur en niveau de gris.

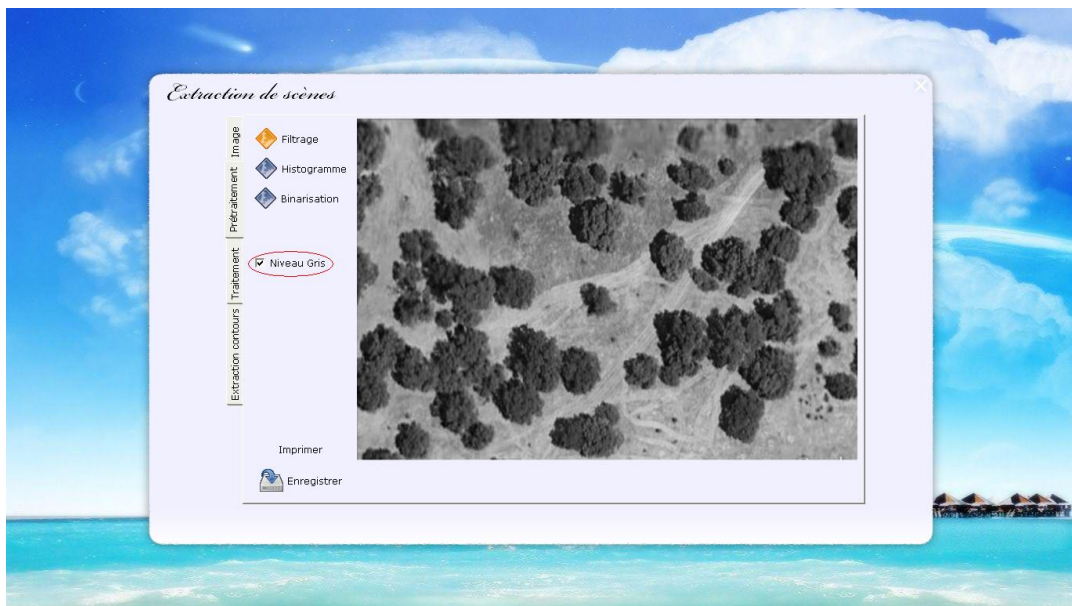


Figure 4.12 : choix de niveau de gris.

- Enregistrer : permet d'enregistrer l'image traitée.

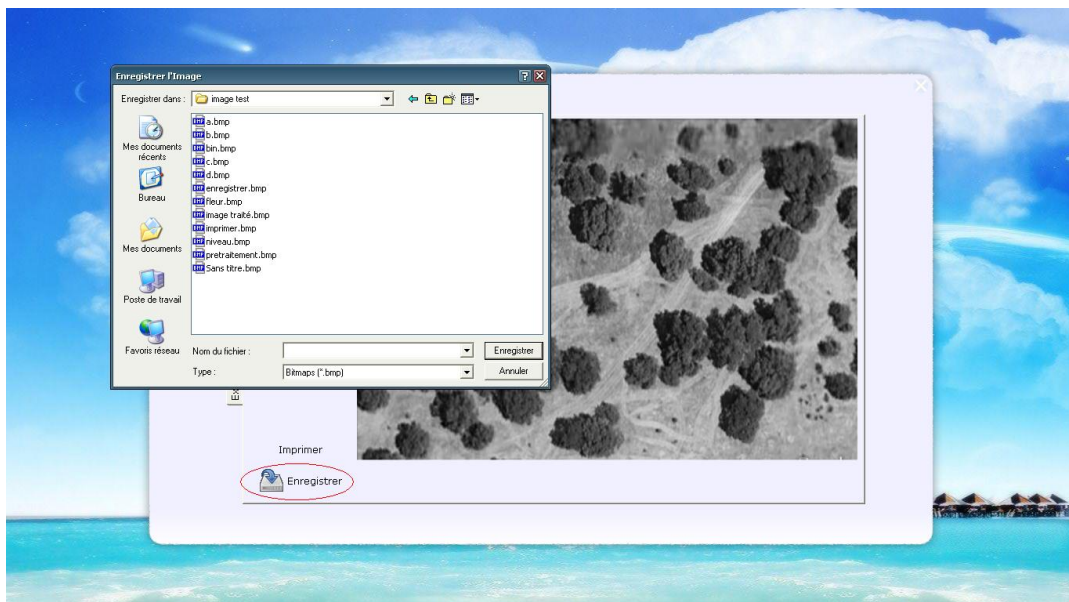


Figure 4.13 : L'effet de bouton enregistrer.

3.1.3. La page traitement

-**Clustering** : Permet de segmenter l'image par l'algorithme K-Means.

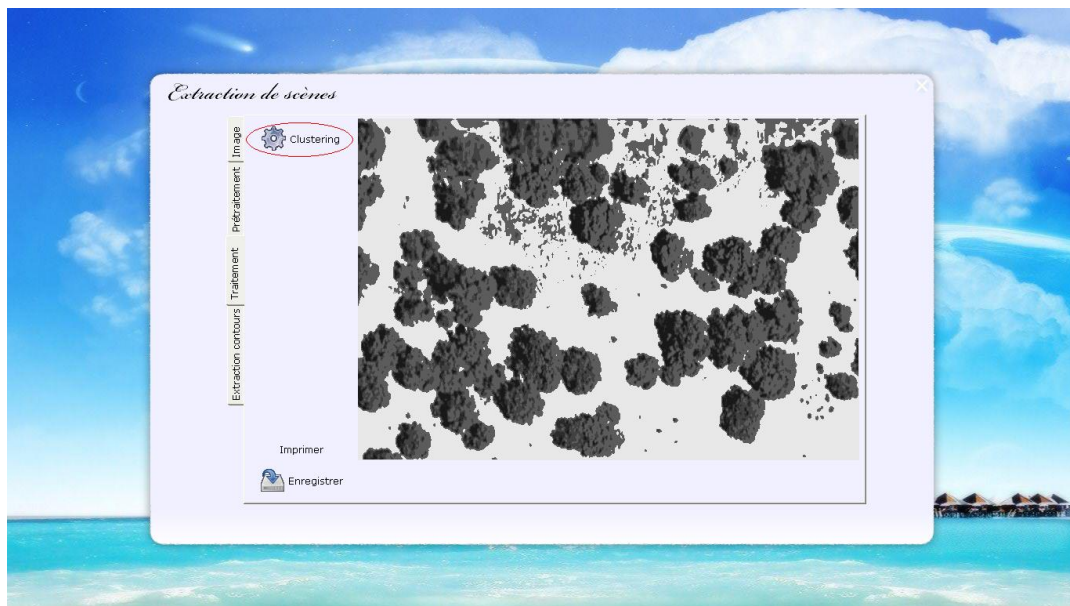


Figure 4.14 : L'effet de bouton clustering.

Et les autres boutons ont les mêmes fonctionnalités.

3.1.4. La page extraction contours

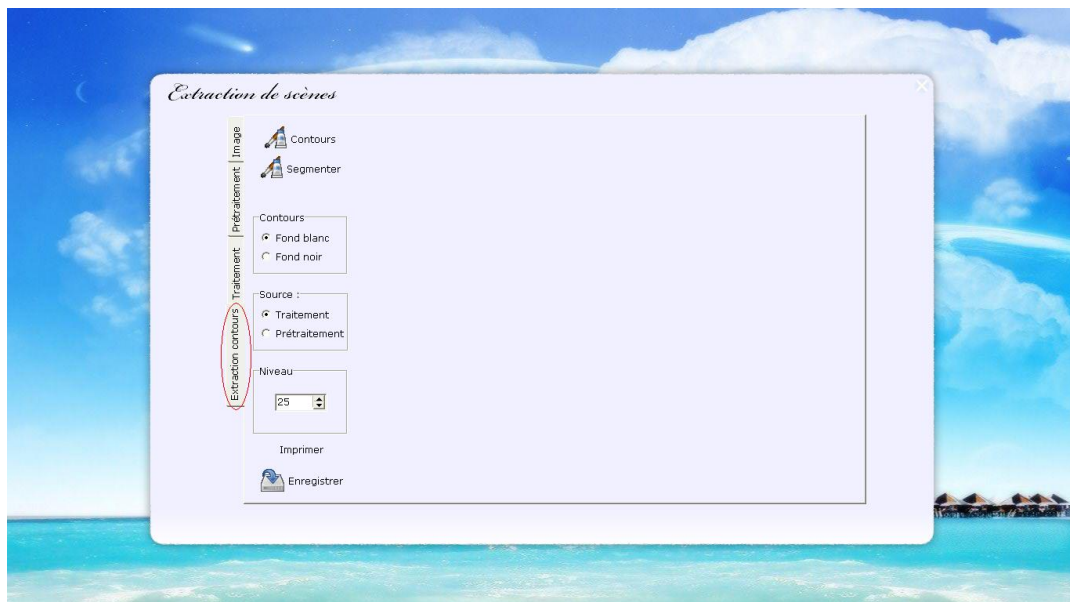


Figure 4.15: Page extraction contours.

- Menu Extraction de contours

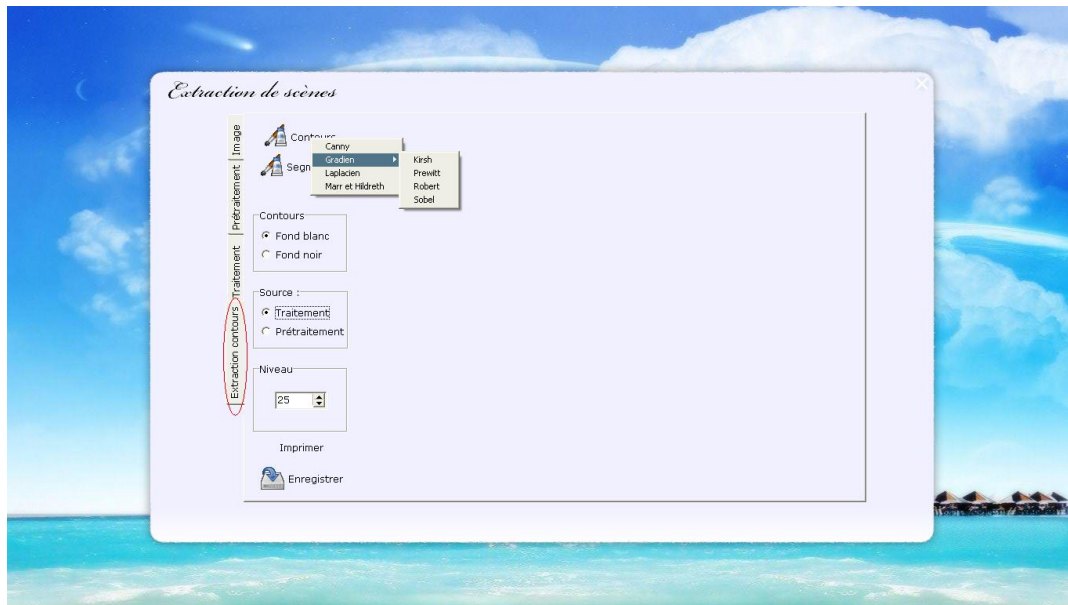


Figure 4.16 : Menu contours.

1. **Canny** : permet la détection de contours de l'image filtrée par l'opérateur de Canny.

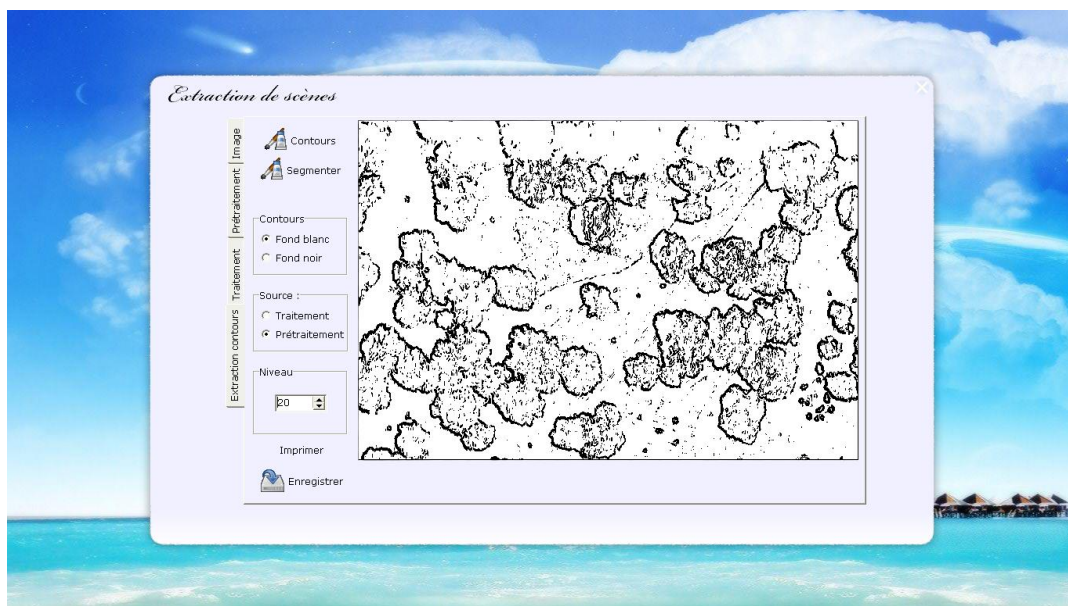


Figure 4.17: Extraction de contours par le détecteur canny.

2. **Gradient** : contient quatre opérateurs :

a) **Roberts** : permet la détection de contours de l'image filtrée par l'opérateur de Roberts.

b) Sobel : permet la détection de contours de l'image filtrée par l'opérateur de Sobel.

c) Prewitt : permet la détection de contours de l'image filtrée par l'opérateur de Prewitt.

d) Kirsch : permet la détection de contours de l'image filtrée par l'opérateur de Kirsch.

3. Laplacien : permet la détection de contours de l'image filtrée par l'opérateur de Laplacien.

4. Marr et Hildreth : permet la détection de contours de l'image filtrée par l'opérateur de Marr et Hildreth.

-Segmenter : Permet de segmenter l'image par l'algorithme de relaxation.



Figure 4.18 : L'effet de bouton segmenter.

-Une **barre de choix de la couleur de contour** : permet de choisir la couleur de contour, soit contour blanc et fond noir ou le contraire.

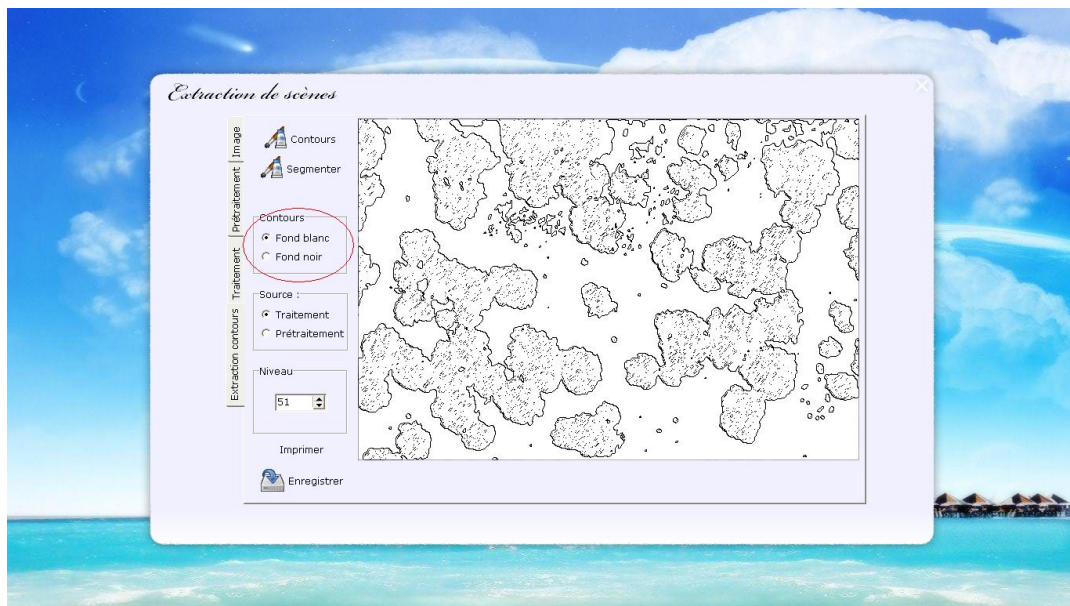


Figure 4.19 : L'effet de la barre choix de la couleur de contour.

-Une **barre de choix de source d'image** : Permet de choisir la source de l'image à segmenter, soit une image filtrée ou une image segmentée par le clustering.

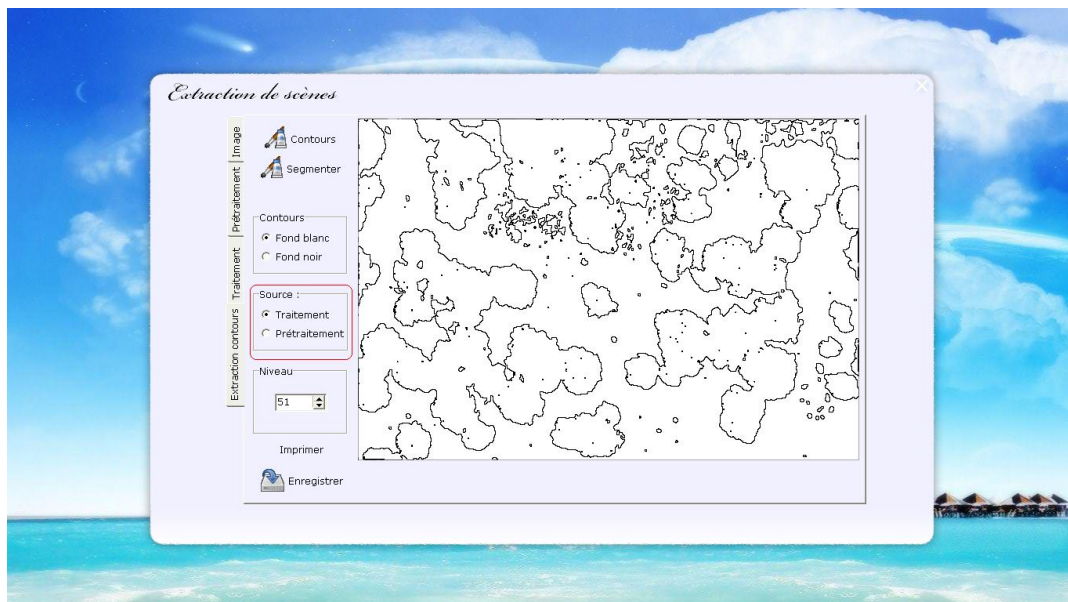


Figure 4.20 : L'effet de la barre choix de source d'image.

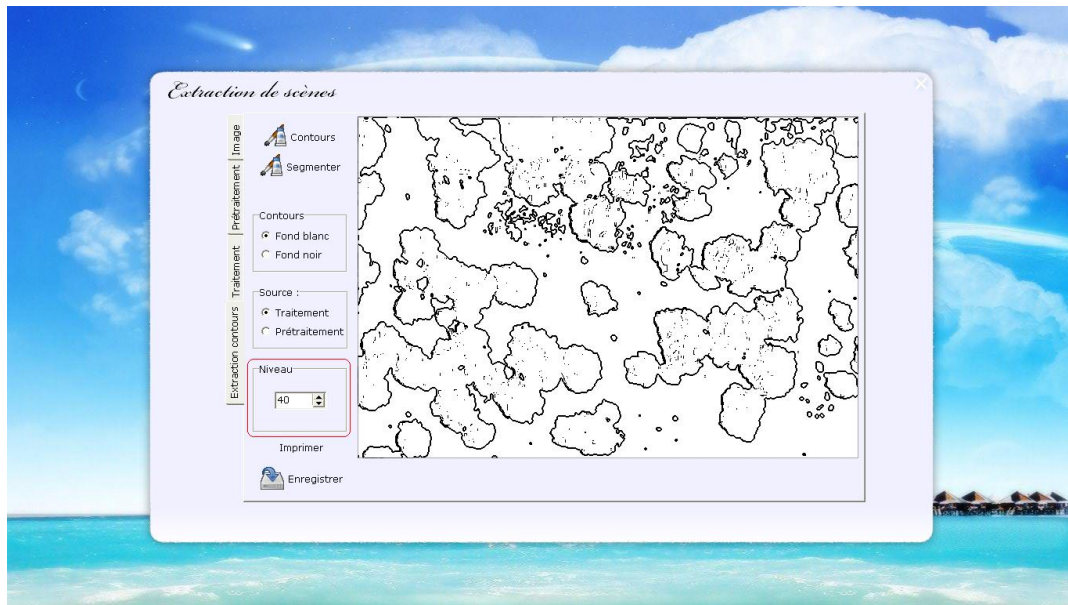
-Une barre de choix de niveau

Figure 4.21 : L'effet de la barre choix de niveau.

Et les autres boutons ont les mêmes fonctionnalités.

4. Conclusion

Notre logiciel comporte tous les traitements et algorithmes étudiés et présentés dans ce mémoire, dont principalement : le prétraitement (filtrage, binarisation, histogramme...), la segmentation avec toutes les méthodes présentés : extraction de contour, coopération région-contour et relaxation, sans oublier aussi les fonctions de bases de gestions des fichiers d'images.

Conclusion générale

Dans une image satellitaire on peut détecter la présence de certaines formes ou certaines scènes ou d'objets particuliers. On peut chercher à repérer et mesurer les étendus des divers types d'occupation de terre.

À travers notre travail, nous avons proposé trois approches de segmentation des images satellitaires qui nous permet d'extraire des régions, les trois approches semblent nous donner des bons résultats mais la coopération région-contour nous fournit une segmentation plus bonne que les autres.

Ce projet de fin d'études a été pour nous d'un apport bénéfique, il nous a permis d'approfondir et de mettre en application nos compétences acquises durant nos études.

Nous avons eu la chance d'étudier un des domaines de recherche et d'application d'informatique qui est le domaine de traitement d'images. On a pu également approfondir nos connaissances concernant la manipulation du langage Delphi 7 avec lequel nous avons pu mettre au point le logiciel couronnant notre travail.

Enfin pour , Concevoir une bonne mesure pour la qualité de segmentation est un problème dur malgré que beaucoup de méthodes de segmentation ont été développées, mais il n'y a pas encore de mesures de performance satisfaisante.

Abréviation

NASA: National Aeronautics and Space Administration.

NOAA: National Oceanographic and Atmospheric Administration.

ESA: European Space Agency.

SPOT: Satellite Pour l'Observation de la Terre.

CNES: Centre National d'Etudes Spatiales.

CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique.

IGN : Institut Géographique National.

ERTS : Earth Resources Technology Satellite.

CZCS : Coastal Zone Colour Scanner.

FCM : Fuzzy C-means.

Notations

Chapitre 3

S : Germe.

Zref : Zone de référence.

Cs : Composante connexe au tour de s.

href : histogramme sur zone de référence.

Rs : Region au tour de s.

T1, T2, T3 : Seuils.

ht : histogramme sur la fenêtre centrée en t

Bibliographie

- [1] <http://www.etnoka.fr/redirect/2582/qualified/attachment/81625/Introduction%20%C3%A0%20la%20t%C3%A9l%C3%A9vision.doc>.
- [2] http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/planet/2_3_f.php
- [3] <http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=F1ARTF0007165>
- [4] <http://www.fao.org/docrep/003/t0355f/T0355F03.htm>
- [5] http://wapedia.mobi/fr/Satellite_météorologique
- [6] http://galileo.cyberscol.qc.ca/internet/satellite/satellite_instrument.htm
- [7] http://portal.unesco.org/science/fr/ev.php-URL_ID=7398&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- [8] http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter2/12_f.php
- [9] <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=10253>
- [10] http://www.kaddour.com/chap1/chap1.htm#definition_images
- [11] http://www.gerbeaud.com/creation/img_num/imagenum.htm
- [12] http://espace-svt.ac-rennes.fr/applic/images_sat/ima_sat/ima_sat.htm
- [13] <http://www.kaddour.com/chap1/chap1.htm#bruit>
- [14] Bousebci Safia et Ferhat Khadidja, Approche de sélection automatique d'un détecteur de contours. Mémoire d'ingénieur de l'université de Laghouat, 2008.
- [15] Djamilia TARFAYA et Mebarka DIB, système de reconnaissance des empreintes digital. Mémoire d'ingénieur de l'université de Laghouat, 2006.
- [16] Xavier Philippeau, Les filtres usuels en traitement d'images, Date de publication : 15/10/2007.
- [17] Hebboul Fatima et Hebboul Nafisa, Segmentation non supervisé par champ de Markov, Mémoire d'ingénieur de l'université de Laghouat, 2007.
- [18] Stéphane PIGNOL, Initiation au traitement d'image, Novembre 2004.
- [19] Henri MAÏ TRE, La détection des contours dans les images, cours PDF.

[20] Bensaffidine loubna et Bouzekri nacira, Segmentation et caractérisation du cerveau à partir d'images IRM, Mémoire d'ingénieur de l'université de Laghouat, 2008.

[21] Guesdon VINCENT, détection efficace de contours d'images. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en informatique de l'université du Québec en outaouais, 12 octobre 2004.

[22] Raphaele BALTER, Construction d'un maillage 3D évolutif et scalable pour le codage Vidéo. Thèse de docteur de l'université de rennes 1, 27 mai 2005.

Table des figures

Figure 1.1 : Image d'un satellite.....	7
Figure 1.2 : Un satellite sur orbite géosynchrone non géostationnaire.....	8
Figure 1.3 : Un satellite sur une orbite héliosynchrone.....	10
Figure 1.4 : Un satellite sur une orbite géostationnaire.....	11
Figure 1.5 : Satellite polaire.....	12
Figure 1.6 : Image de satellite Landsat.....	13
Figure 1.7 : Image de satellite Spot.....	14
Figure 1.8 : Image de satellite Nimbus.....	15
Figure 2.1 : Filtre passe-bas.....	23
Figure 2.2 : Résultat de filtrage Passe-bas.....	23
Figure 2.3 : Filtre passe-haut.....	24
Figure 2.4 : Résultat de filtrage Passe-haut.....	24
Figure 2.5 : Filtre passe-bande.....	25
Figure 2.6 : Résultat de filtrage Passe-bande.....	25
Figure 2.7 : Résultat de filtrage Moyenne.....	26
Figure 2.8 : Résultat de filtrage Médian.....	28
Figure 2.9 : Résultat de filtrage Maximum.....	29
Figure 2.10 : Résultat de filtrage Minimum.....	30
Figure 2.11 : Résultat de filtrage Dilatation.....	31
Figure 2.12 : Résultat de filtrage Erosion.....	31
Figure 2.13 : Résultat de filtrage Ouverture.....	32
Figure 2.14 : Résultat de filtrage Fermeture.....	32
Figure 2.15 : Histogramme d'image.....	33
Figure 2.16 : Résultat de binarisation.....	36
Figure 3.1 : Quelques méthodes de contours. Le plus utilisé est celui en marche d'escalier.....	40
Figure 3.2 : Extraction de contour par le détecteur Roberts.....	41
Figure 3.3 : Masques de convolution des operateurs de Prewitt (k=1) et de Sobel (k=2)	41
Figure 3.4 : Extraction de contour par le détecteur Sobel.....	42

Figure 3.5 : Extraction de contour par le détecteur Prewitt.....	42
Figure 3.6 : Extraction de contour par le détecteur Kirsch.....	43
Figure 3.7 : Extraction de contour par le détecteur Laplacien.....	44
Figure 3.8 : Extraction de contour par le détecteur Marr et hildreth.....	45
Figure 3.9 : Extraction de contour par le détecteur Canny.....	46
Figure 3.10 : Résultat de segmentation par k-means.....	49
Figure 3.11 : Résultat de la coopération avec le détecteur kirsch.....	50
Figure 3.12 : Résultat de la coopération avec le détecteur Roberts.....	50
Figure 3.13 : Résultat de segmentation par relaxation.....	53
Figure 4.1 : La fenêtre principale du logiciel.....	55
Figure 4.2 : Fenêtre d'extraction de scènes	56
Figure 4.3 : L'effet de bouton ouvrir.....	56
Figure 4.4 : L'effet de bouton imprimer.....	57
Figure 4.5 : Page prétraitement.....	57
Figure 4.6 : Menu filtrage.....	58
Figure 4.7 : Sous menu filtrage linéaire	58
Figure 4.8 : Sous menu filtrage non linéaire.....	59
Figure 4.9 : Filtrage médian.....	59
Figure 4.10 : Histogramme.....	60
Figure 4.11 : Binarisation.....	60
Figure 4.12 : choix de niveau de gris.....	61
Figure 4.13 : L'effet de bouton enregistrer.....	61
Figure 4.14 : L'effet de bouton clustering.....	62
Figure 4.15 : Page extraction contours.....	62
Figure 4.16 : Menu contours.....	63
Figure 4.17 : Extraction de contours par le détecteur canny.....	63
Figure 4.18 : L'effet de bouton segmenter.....	64
Figure 4.19 : L'effet de la barre choix de couleur de contour.....	65
Figure 4.20 : L'effet de la barre choix de source d'image.....	65
Figure 4.21 : L'effet de la barre choix de niveau.....	66