

N°d'ordre :  
N° de série :

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR - EL OUED  
FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES  
Département D'Informatique



Mémoire de Fin D'étude  
Présenté pour l'obtention du Diplôme de

## LICENCE ACADEMIQUE

Domaine : **Mathématique et Informatique**  
Filière : **Informatique**  
Spécialité : **Systèmes Informatiques**

### Thème

**Segmentation des images par  
algorithme de classification (supervisée  
ou non supervisée)**

Présenté par :

- **Rafika Lassoued**
- **Chaima Ahmouda**
- **Kenza Sedouga**

Proposé et Encadré par : **Melle. Nedjoua Houda Kholadi**

Soutenue le 21-05- 2018 Devant le jury:

Melle. Belila Khaoula

Président

Melle. Gattas Chourouk

Rapporteur

**Année Universitaire: 2017-2018**

# Remerciements

Louange à  Seigneur de l'univers.

*Je remercie toutes les personnes ayant contribué et faciliter la réalisation de ce travail dans de bonnes conditions.*

*Je remercie plus particulièrement.*

*Ma famille et mes amis pour l'amour et le soutien qu'ils m'ont toujours accordés*

*Professeur Nedjoua Houda Kholladi qui elle m'a guidée avec grande Résignation tout au long de la préparation de ce travail.*

*Merci pour tous les conseils, et les bienveillances.*

*Je remercie vivement les membres de jury, d'avoir accepté de juger mon travail.*

*Je remercie à l'ensemble des personnels du département de l'informatique à l'université Hama Lakhdar El-oued.*

*Merci à tous et à toutes*

# *Dédicaces*

*A* mes parents..

*Mes frères et ma sœur ..*

*Tous ma famille..*

*Tous ceux que j'aime ..*

*Tous ceux qui m'ont aidé ..*

*Et tous mes amis ..*

*Je dédie ce travail*

*Rafika*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A celui qui a fait des grands efforts pour mon bonheur*

*A celui qui a rêvé de voir cette journée*

*A mon cher père qui a lutté pour mon arrivée pour ce jour et ce moment*

*A ma chère mère, qui est très fatiguée pour moi*

*A celui qui a rêvé de voir cette journée*

*Pour la fille de ma tante "Latifa" qui était une sœur et un de mes amis.*

*A mes sœurs "Rihab", "Shifaa" et "Bellkiss" et la petite princesse "Mayssaa"*

*A mes frères "Seifeddine", "Haytem"*

*A tous mes amis : "Rafika", "Kenza", "Issraa", "Wissam", "Hanane", "Hadjer" et "Amel"*

*A tous la promotion 2018 De la 3ème année informatique.*

*A tous ceux m'ont aidé de prêt ou de loin.*

*Chaima*

## *Dédicaces*

*Je remercie Dieu Tout-Puissant pour sa  
gentillesse envers nous et Je dédie ce modeste  
travail à mon père qu'Allah lui fasse  
miséricorde,  
et mon oncle youssef oudini...*

*Kenza*

## Résumé

Ce projet aborde l'un des principaux aspects dans le domaine du traitement numérique d'images : la segmentation d'images par classification. Malgré l'évolution de cette technologie et l'approche multidisciplinaire utilisée pour les atteindre Il y a toujours des problèmes de fragmentation d'image car l'image elle-même est un objet complexe pour par rapport aux autres données. Nous avons appliqué la segmentation des images en général, sans restreindre l'application à un type d'image spécifique, basée sur l'un des algorithmes de classification non supervisé: K-means. Due à sa simplicité, efficacité et rapidité. Nous avons choisi un environnement Orienté objet NetBeans en utilisant plus précisément le langage de programmation JAVA.

**MOTS-CLES :** Classification d'images, classification supervisée, classification non supervisée, Algorithmes de classification, segmentation d'image, K-means.

## Abstract

This project addresses one of the main aspects in the field of digital image processing: image segmentation by classification. Despite the evolution of this technology and the multidisciplinary approach used to achieve it ,there are still problems of fragmentation of the image because the image itself is a complex object compared to other data. We applied image segmentation in general (color image), based on one of the unsupervised classification algorithms: K-means. Because of its simplicity, efficiency and speed. We chose a NetBeans object-oriented environment using more precisely the JAVA programming language.

**KEYWORDS:** Image Classification, Supervised Classification, Unsupervised Classification, Classification Algorithms, Image Segmentation, K-means.

## ملخص

يتناول هذا المشروع أحد الجوانب الرئيسية في مجال معالجة الصور الرقمية: تجزئة الصورة حسب التصنيف. على الرغم من تطور هذه التقنية والنهج المتعدد التخصصات المستخدم للوصول إليها ، هناك دائمًا مشكلات تجزئة الصورة لأن الصورة نفسها هي كائن معقد مقارنة بالبيانات الأخرى. طبقنا تقسيم الصور بشكل عام (صور ملونة)، بناء على واحدة من خوارزميات التصنيف غير الخاضعة للرقابة : K-means . بسبب بساطتها وكفاءتها وسرعتها. لقد اخترنا بيئة NetBeans Object Oriented باستخدام لغة برمجة JAVA بدقة أكبر.

**الكلمات المفتاحية :** تصنيف الصور , تجزئة الصور , التصنيف الخاضع للرقابة , التصنيف الغير خاضع للرقابة , خوارزميات التصنيف , تجزئة الصور , K-means .

# Table des matières

## Chapitre I : Les généralités sur la classification des images

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>I 1 Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>I 2 Notations générales sur la classification.....</b>	<b>4</b>
<b>I 2.1 Définition de classification.....</b>	<b>4</b>
<b>I 2.2 Façon de classification.....</b>	<b>5</b>
<b>I 2.2.1 Par partition.....</b>	<b>5</b>
<b>I 2.2.2 Par groupage.....</b>	<b>5</b>
<b>I 2.3 Les facteurs de classification .....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.1 Proximité.....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.2 Similitude.....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.3 Destin commun.....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.4 Région commune.....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.5 Parallélisme .....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.6 Fermeture.....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.7 Symétrie .....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.8 Continuité .....</b>	<b>6</b>
<b>I 2.3.9 Configuration familière.....</b>	<b>7</b>
<b>I 3 Les catégories des classifications des images.....</b>	<b>7</b>
<b>I 3.1 La classification supervisée.....</b>	<b>7</b>
<b>I 3.2 La classification non supervisée.....</b>	<b>7</b>
<b>I 3.2.1 Les types de classification non supervisée.....</b>	<b>8</b>
<b>I 3.2.1.1 La classification hiérarchique.....</b>	<b>8</b>
<b>I 3.2.1.2 La classification non-hiérarchique.....</b>	<b>8</b>

I 4	Domaine d'application de la classification des images.....	8
I 4.1	La reconnaissance des formes.....	9
I 4.2	La reconstruction.....	9
I 4.3	La segmentation.....	10
I 4.3.1	Segmentation par régions.....	10
I 4.3.2	Segmentation par contours .....	10
I 4.3.3	Segmentation par classification ou seuillage.....	11
I 5	Utilisations de la classification des images.....	12
I 6	Conclusion.....	12

## **Chapitre II : Les algorithmes de la classification**

II 1	Introduction.....	14
II 2	Les algorithmes supervisés.....	14
II 2.1	Algorithme (K-PPV ou K-NN).....	14
II 2.1.1	Définition.....	14
II 2.1.2	Principe de fonctionnement .....	14
II 2.1.3	Résultats expérimentaux.....	15
II 2.2	Algorithme de Bayes.....	16
II 2.2.1	Définition.....	16
II 2.2.2	Principe de fonctionnement.....	16
II 2.2.3	Résultats expérimentaux.....	17
II 3	Les algorithmes non supervisés.....	17
II 3.1	Algorithme de K-means.....	17
II 3.1.1	Définition.....	17
II 3.1.2	Principe de fonctionnement.....	17
II 3.1.3	Résultats expérimentaux.....	19
II 3.2	Algorithme C-means flou (FCM).....	20

II 3.2.1 Définition.....	20
II 3.2.2 Principe de fonctionnement.....	20
II 3.2.3 Résultats expérimentaux.....	20
II 4 Conclusion .....	21

### **Chapitre III : Modélisation de notre application**

III 1 Introduction.....	23
III 2 Segmentation par classification.....	23
III 3 Segmentation des images par K-means.....	24
III 3.1 Définition.....	24
III 3.2 Principe.....	24
III 3.3 L'algorithme k-means.....	26
III 3.4 Les avantages de k-means.....	26
III 3.5 Organigramme générale d'application .....	27
III 3.6 Organigramme de Traitement de K-means .....	27
III 4 Conclusion.....	28

### **Chapitre VI : Implémentation**

VI 1 Introduction .....	31
VI 2 Le système d'exploitation (Windows).....	31
VI 3 Environnement de travail: NetBeans.....	31
VI 4 Langage de programmation JAVA.....	32
VI 5 Présentation de l'application.....	33
VI 5.1 Interface graphique.....	33

VI 5.2 Les résultats Expérimental .....	35
VI 5.3 Discussion .....	38
VI 6 Conclusion.....	38
<b>Conclusion général.....</b>	<b>39</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>40</b>
<b>Web graphie.....</b>	<b>41</b>

# Liste des figures

<b>Figure I.1</b> : Le processus de classification d'une image d'application de télédétection en classes neuves [13] .....	5
<b>Figure I.2</b> : les deux types de classifications non supervisés hiérarchiques/non hiérarchiques [4].....	8
<b>Figure I.3</b> : les Méthodes de segmentation.....	11
<b>Figure II.1</b> : l'exemple expérimental de KNN, Arabidopsis, Visible, K =5 et K=11 [19].....	16
<b>Figure II.2</b> : Classification pixellaire par l'algorithme de Bayes. [10].....	17
<b>Figure II.3</b> : Dessin descriptif de K-means [15].....	19
<b>Figure II.4</b> : le exemple expérimental de K-Means sur une image couleur (Lena Söderberg), K =3, K=5 et K=11 [17].....	19
<b>Figure II.5</b> : Image originale, application FCM avec K=2 et K= 3. [9].....	21
<b>Figure III.1</b> : Les différentes méthodes de segmentation d'image par classification.....	24
<b>Figure III.2</b> : L'algorithme k-means.....	26
<b>Figure III.3</b> : Organigramme générale d'application .....	27
<b>Figure III.4</b> : Organigramme de Traitement de K-means.....	27
<b>Figure VI.1</b> : L'interface de NetBeans 8.2.....	32
<b>Figure VI.2</b> : Langage de programmation JAVA.....	32
<b>Figure IV.3</b> : Accès au programme.....	33
<b>Figure IV.4</b> : Interface principale de programme.....	33
<b>Figure IV.5</b> : Sélectionner une image.....	34
<b>Figure IV.6</b> : Enregistrer l'image.....	34
<b>Figure IV.7</b> : Configuration de K-means.....	34
<b>Figure IV.8</b> : Progression de la segmentation.....	34
<b>Figure IV.9</b> : Lorsqu'une image n'est pas ouverte.....	34
<b>Figure IV.10</b> : Désir de quitter le programme.....	35

<b>Figure IV.11:</b> Implémentation la segmentation de K-means pour image de fleur (PNG).....	35
<b>Figure IV.12:</b> Implémentation la segmentation de K-means pour image d'oiseau (JPG).....	36
<b>Figure IV.13:</b> Implémentation la segmentation de K-means pour image « Lena Söderberg » (GIF).....	37

# Glossaire

**KNN** : k-Nearest Neighbors

**FCM** : Fuzzy C-means

**EEG** : L'électroencéphalographie (EEG)

**IRM** : L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

**IR** : reconstruction itérative

**K-PPV** : K Plus Proche Voisin

**M-PHIS** : **Essais** du M-PHIS pour la culture des plantes sur Mars

# *Introduction Générale*

Depuis l'aube des temps, l'homme pratique la classification dans sa vie quotidienne, quand il essaie de répondre aux problèmes et questions sur la catégorie des objets, c'est-à-dire d'affectation d'objets à leur classe en observant leurs formats, couleurs, tailles ...etc.

Quand on dit une observation on signifie la vision d'une image par l'œil .Ils sont ensuite classifient selon leurs caractéristiques dans une classe spécifique. Les caractéristiques sont prises comme critères taxonomiques utilisés par l'esprit humain pour distinguer les différentes classes ou catégories où ce processus est considéré comme plus proche de l'axiomatique chez l'homme.

Mais pour la machine, il est tout à fait différent en termes de traitement, d'analyse, de reconnaissance des caractéristiques et des critères de classification n'est pas en principe, le principe de la classification reste le même. La classification des images est un aspect intelligent et utilisé dans le domaine du traitement des images. Le pouvoir de regrouper des objets à base des critères implicites ou explicites et une aptitude complexe et on peut regrouper les méthodes de segmentation en deux catégories : la classification supervisée qui basée sur les caractéristiques statistiques des données et la classification non supervisée qui dépend principalement de la similarité entre les motifs et les éléments de l'image. Il est souvent utilisé la classification comme une méthode complément d'autres méthodes statistiques où il peut aider efficacement à l'interprétation de phénomènes tels que la reconstruction et la reconnaissance de formes et dans la segmentation des images.

Notre mémoire rend compte des travaux de recherche effectués au sein du sujet de la classification des images et nous avons choisi l'application de la méthode de la classification pour segmentation une image couleur et isoler les objets inclus .Où la segmentation, ou le clustering, est une étape de base du traitement d'une image. Cette opération 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). Par l'utilisation un des algorithmes de classification non supervisés les plus utilisés en raison de sa simplicité, de sa rapidité et de son efficacité, la méthode de K-MEANS.

Notre travail s'organise à la structure suivante :

**Chapitre I :** Les généralités sur la classification, on explique un ensemble de concepts de base liés à la classification et clarifier certains domaines où la classification des images est appliquée.

**Chapitre II :** nous exposons Les algorithmes de la classification, nous citons quelques algorithmes de la classification non supervisée et supervisée utilisés dans segmentation des images.

**Chapitre III :** Modélisation de notre application, ici nous élaborons une modélisation l'algorithme qui nous avons choisi de la catégorie non supervisée, en se focalisant sur leur principe de fonctionnement.

**Chapitre IV :** c'est l'implémentation, de notre projet : K-means, le travail est concrétisé par une application à l'aide de langage Java , en illustrant quelques interfaces de notre application, aussi Les résultats expérimentaux des différentes extensions des images.

Finalement, nous clôturons le travail faisant l'objet de ce mémoire par une conclusion générale, qui fournit aussi quelques perspectives d'amélioration au futur.

# **Chapitre I**

## **Les généralités sur la classification des images**

## 1. Introduction

La notation de classification est étape basique en science, en plus elle considère un moyen d'organisation de données. Elle est une opération reliée de près ou de loin a plusieurs domaines comme le segmentation, La reconnaissance de formes, La reconstruction ..., la classification permet aux scientifiques de mettre de l'ordre dans les connaissances qu'ils ont sur le monde.

La classification d'image est un aspect de la classification des données et très important dans pour analyser et le pour faire le traitement aux objets dans les images.

Dans ce chapitre, nous allons expliquer certains des concepts de la technologie de classification des images, les catégories ou les méthodes utilisés, domaine d'application de la classification images et ensuit quelques applications de cette technique.

## 2. Notations générales sur la classification

### 1.1. Définition de classification :

La classification est une technique utilisée significativement dans le domaine du traitement d'image (Classification des Images) son objectif est détection et l'identification des composants dans l'image et extraire des informations d'entre eux. Elle est faite par construire des classes, où chaque classe se compose à partir d'un total de pixels ayant les mêmes attributs. Chaque pixel est affecté à une classe unique, souvent, l'intensité des pixels sont utilisées comme attribut des données.

Le but de la classification est d'identifier les classes aux quelles appartiennent des objets dans une image en fonction de « attributs, caractéristiques, l'intensité, la distance,...etc. » selon la méthode approuvée ou l'algorithmme utilisé dans la classification.

La qualité des résultats obtenus dépendant grandement de la robustesse des classes, ces dernières doivent satisfaire aux trois exigences suivantes [6]:

**Exhaustivité** : tous les pixels de l'image doivent pouvoir être associés à une classe.

**Séparabilité** : les classes doivent être suffisamment différenciables pour qu'un pixel ne puisse être associé qu'à une seule classe.

**Pertinence** : l'ensemble des classes doit refléter l'information que l'utilisateur veut retirer de l'image.

Figure I.1: Le processus de classification d'une image d'applications de télédétection en classes neuves.

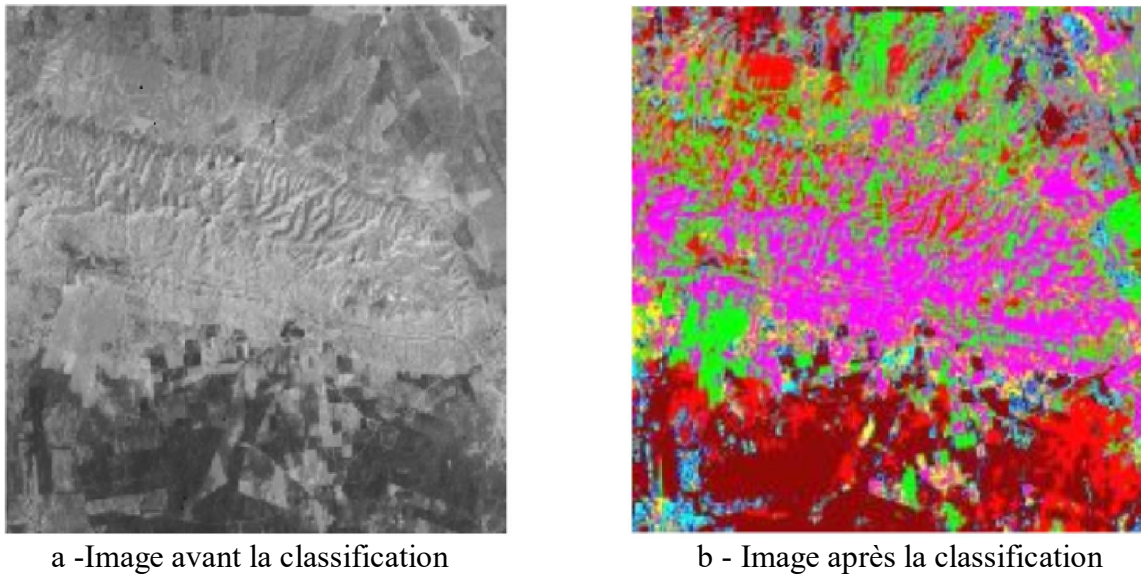


Figure I.1  
[13]

Figure I.1 : image triée en 9 catégories



## 2.2 Façons de classification :

### 2.2.1 Partitionnement:

Nous avons ici un grand ensemble de données, et nous le découpons selon une certaine notion de l'association entre les éléments à l'intérieur de l'ensemble. Nous aimerions le décomposer en morceaux "bons" selon notre modèle. Par exemple, nous pourrions:

- Décomposer une image en régions ayant une couleur et une texture cohérentes à l'intérieur de celles-ci.
- Prendre une séquence vidéo et la décomposer en plans.
- Segments de vidéo montrant à peu près le même point de vue.

- décomposer une séquence vidéo en mouvement de blobs, constitués de régions qui ont une couleur, une texture et un mouvement cohérents.

### 2.2.2 Regroupement:

Nous avons ici un ensemble d'éléments de données distincts, et nous souhaitons collecter des ensembles d'éléments de données qui «ont du sens» ensemble selon notre modèle. Des effets tels que l'occlusion signifient que les composants d'image appartenant au même objet sont souvent séparés. Les exemples de regroupement incluent:

- Rassembler des jetons qui, pris ensemble, forment un objet intéressant.
- Rassembler des jetons qui semblent bouger ensemble.

## 2.3 Les facteurs de classification :

**2.3.1 Proximité:** les jetons qui se trouvent à proximité ont tendance à être regroupés.

**2.3.2 Similitude:** les jetons similaires ont tendance à être regroupés.

**2.3.3 Destin commun:** les jetons qui ont un mouvement cohérent ont tendance à être regroupés.

**2.3.4 Région commune:** les jetons situés à l'intérieur de la même région fermée ont tendance à être regroupés.

**2.3.5 Parallélisme:** les courbes parallèles ou les jetons ont tendance à être regroupés.

**2.3.6 Fermeture:** les jetons ou les courbes qui ont tendance à conduire à des courbes fermées ont tendance à être regroupés.

**2.3.7 Symétrie:** les courbes qui conduisent à des groupes symétriques sont regroupées.

**2.3.8 Continuité:** les jetons qui mènent à «continu» - comme dans «joignant bien», plutôt que dans le sens formel. les courbes ont tendance à être groupées.

**2.3.9 Configuration familière:** les jetons qui, groupés, conduisent à un objet familier, tendent à être groupés.

### 3 Les catégories des classifications des images

On peut division les méthodes de classification en deux grandes familles, ces deux types sont :

#### 3.1 La classification supervisée :

La classification supervisée nécessitent une avancer la connaissance de l'image, cette connaissance permet de faire un apprentissage (training) du classifieur et en fonction des caractéristiques spécifiques et des normes approuvées de apprentissage et ça veut dire la classification et l'extraction des classes [4] [5].

L'existe de nombreuses méthodes d'apprentissage supervisés :

- Méthode des k plus proches voisins.
- Réseau de neurones.
- Arbre de décision.
- Classification naïve bayésiennes.

#### 3.2 La classification non supervisée:

La classification non supervisée, appelées aussi le regroupement (clustering), ne nécessitent pas une connaissance antérieure. A la fin de compenser le manque d'une base d'apprentissage, ce méthode alternent entre classification des pixels, les méthodes de regroupement apprennent d'elles-mêmes sens utilisant les données disponibles, Les méthodes de regroupement de données qui ont connu un large succès sont [4] [5]:

- l'algorithme des K-moyennes (K-means).
- l'algorithme spérance maximisation (expectation-maximization en anglais).
- l'algorithme des C-moyennes floues (Fuzzy C-means "FCM" en anglais).

L'objectif de ces méthodes est de regrouper les individus en un nombre de classes homogènes sans connaissance préalable, l'apprentissage non supervisé est d'extraire des classes sur la base des échantillons d'apprentissage seuls et sans connaissance préalable des ces classes [4] [5].

### 3.2.1 Les types de classification non supervisée:

#### 3.2.1.1 La classification hiérarchique :

On décompose l'ensemble d'individus en une arborescence de groupes

#### 3.2.1.2 La classification non-hiérarchique :

On décompose l'ensemble d'individus en K groupes, les algorithmes de ce type peuvent aussi être utilisés comme algorithmes de division dans le clustering hiérarchique.

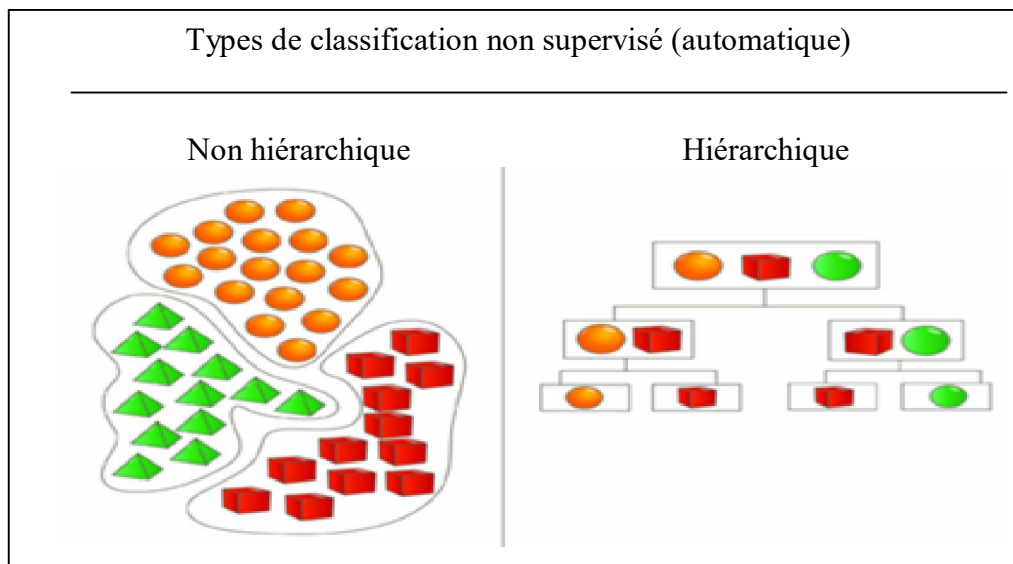


Figure I.2 : les deux types de classification non supervisé hiérarchique/non hiérarchique [4]

## 4 Domaine d'application de la classification images

La classification peut être employée comme une méthode complémentaire à d'autres méthodes statistiques. Où elle peut aider efficacement à l'interprétation les phénomènes. Nous mentionnons les domaines les plus importants dans lesquels les techniques de classification d'image sont appliquées :

### 4.1 La reconnaissance des formes :

La reconnaissance des formes (ou reconnaissance de motifs) est un ensemble de techniques et méthodes visant à identifier des motifs à partir de données brutes afin de prendre des décisions et les processeurs automatique en fonction des catégories de ces formes. On considère que c'est une branche de l'intelligence artificielle qui fait largement appel aux techniques d'apprentissage automatique et aux statistiques pour gérer l'adaptation à un environnement changeant, l'information incertaine, les systèmes hétérogènes de connaissances et les différents niveaux de prise de décision[5].

La reconnaissance de formes c'est doter une machine de la capacité d'assigner un nom à chaque forme à partir des informations descriptives qui lui ont été fournies par l'environnement et aussi les informations extraites de classification des caractéristiques (features) de formes (patterns) en apprenant à partir d'exemples déjà classifiés à l'aide des méthodes de classification[5].

Les formes : pas seulement celui de « formes géométriques » mais plutôt de motifs qui peuvent être ,il peut s'agir :

- De contenu visuel :
  - code barre
  - visage
  - empreinte digitale...etc.
- De sonore :
  - reconnaissance de parole
- D'image :
  - Images médicales (rayon X, EEG, IRM...)
  - Images multi spectrales (images satellitaires), Autres.....etc.

## 4.2 La reconstruction :

La reconstruction d'image est une section importante dans le traitement d'image. Il est utilisé pour reconstruire l'image qui il est endommagé par le bruit ou L'image dans laquelle les zones ont été rayées .Où il désigne un ensemble de techniques qui permettent d'obtenir des informations sur la structure interne d'un objet. Ces techniques sont surtout utilisées en imagerie médicale [1] [14]. Il y a deux catégories principales de méthodes de reconstruction [1] [14] :

- La reconstruction analytique.
- La reconstruction itérative (IR).

La reconstruction des images par classification à partir de données bruitées au moyen de méthodes de classification par exemple; La classification bayésiennes.

### 4.3 La segmentation :

La segmentation d'image est l'un des problèmes fondamentaux dans le traitement d'image et la vision par ordinateur. La segmentation est également l'une des premières étapes de nombreuses tâches d'analyse d'image [8] [12] [13].

Elle consiste à partitionner l'image en un ensemble de régions connexes,

Le but de la segmentation d'image est de diviser une image en plusieurs parties / segments ayant des caractéristiques ou des attributs similaires ces régions correspondent à différents objets ou parties d'objets trouvés dans l'image. Et chaque pixel d'une image appartient à l'une de ces classes, l'intérêt de ces régions est le pouvoir être manipulées ensuite via des traitements de haut niveau pour extraire des caractéristiques de forme, de position, de taille, etc.

Il existe plusieurs techniques de segmentation d'image qui partitionnent l'image en plusieurs parties en fonction de certaines caractéristiques de l'image comme la valeur d'intensité du pixel, la couleur, la texture, etc. Ces techniques sont classées en fonction de la méthode de segmentation utilisée [8] [12] [13].

À ce jour, il existe de nombreuses méthodes de segmentation, que l'on peut regrouper en trois principales classes [8] [12] [13]:

**4.3.1 Segmentation par régions :** Les méthodes de segmentation en régions homogènes consistent à trouver des ensembles de pixels qui ont des propriétés similaires. Les régions homogènes sont construites à partir des parties connexes de ses ensembles, Il y a deux techniques principales de segmentation en régions :

- La croissance par région
- La décomposition-fusion

**4.3.2 Segmentation par contours :** cette méthode de segmentation s'intéresse aux contours des objets dans l'image. Il est basé sur l'identification de bords entre

deux régions homogènes de caractéristiques différentes, Elle nous donne accès à ces zones et effectuer certains traitements sur eux, où pouvons-nous alors par exemple après coup : en remplissant ces régions ou isoler .La plupart des algorithmes qui basé sur ce méthode de segmentation sont locaux. Où le résultat est en général difficile à exploiter sauf pour des images très contrastées [8] [12] [13].

**4.3.3 Segmentation par classification ou seuillage :** Le seuillage est une méthode simple et Célèbre pour la segmentation dans les images, cette approche s'appuie uniquement sur l'information donnée par l'histogramme de l'image. On se propose de découper l'image en  $n$  régions  $r_i$  correspondant à un intervalle de niveau de gris. Les  $n - 1$  seuils si peuvent être définis comme le niveau de gris du minimum de l'histogramme  $h$  sur chaque intervalle peut être de nature :

**Globale :** un seuil pour toute l'image.

**Locale :** un seuil pour une portion de l'image.

**Adaptative :** un seuil qui s'ajuste selon les images/parties de l'image.

Les classes sont déterminées par le choix d'un seuil, on parle de seuillage.

Les pixels appartenant à une même classe et étant connexes forment des régions.

Le seuillage sert de composante de base à des algorithmes plus complexes de segmentation [8] [12] [13].

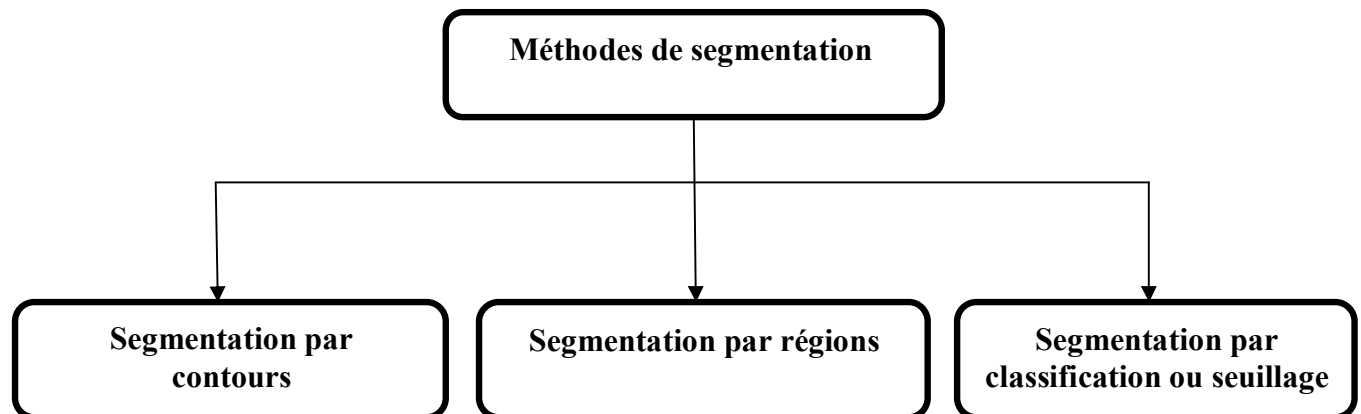


Figure I.3 : les Méthodes de segmentation

## **5 Utilisations de la classification image :**

L'efficacité de la technique de classification des images et son rôle dans détermination des composantes de l'image en ont fait une méthode adoptée dans de nombreux les sciences et domaines importants, et techniques qui font appel à la statistique multidimensionnelle. Citons tout d'abord les sciences biologiques : botanique, zoologie, écologie, De même les sciences de la terre et des eaux : géologie, pédologie, géographie, étude des pollutions, Aussi la médecine " Diagnostic médical ", l'économie, l'agronomie, traitement automatique des documents, et de nombreux domaines qui ne peuvent pas être comptés...etc.

## **6 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu de la classification des images et des différents types utilisés dans cette technique. Nous avons connus que la classification consiste à grouper les pixels de l'image ayant des caractéristiques assez similaires, soit en utilisant la classification supervisée, soit automatiquement par la classification non supervisée, et nous avons identifié des domaines dans lesquels la classification des images est utilisée comme une méthode complémentaire pour faciliter l'interprétation et le traitement, en plus nous indiquer de certains applications de la technique annotée.

# **Chapitre II**

## **Les Algorithmes de la Classification**

## 1 Introduction

Un grand nombre de chercheurs ont abordé les algorithmes de classification de tous types. La classification des images consiste principalement en deux types de classification: la classification supervisée basée sur les caractéristiques statistiques des données et la classification non supervisée, basée principalement sur le degré de similarité entre les patrons, certaines caractéristiques statistiques dérivant de la nature des prototypes représentant les items, comme expliqué ça plus tôt dans (chapitre I).

Dans ce chapitre, Nous allons expliquer certains des algorithmes de classification utilisés dans la segmentation des images (Définition, Principe de fonctionnement et Expérimental).

## 2 Les algorithmes supervisés

### 2.1 Algorithme (K-PPV ou K-NN) :

#### 2.1.1 Définition :

La méthode consiste à déterminer la liste des plus proches voisins pour chaque individu que l'on veut classer, et La classification est basée sur les voisins le plus proches parmi tous les voisins de cet individu. L'individu est affecté à la classe qui contient le plus d'individus parmi ces plus proches voisins. Cette méthode nécessite de choisir une distance, la classique est la distance euclidienne et le nombre de voisins doivent être pris à prendre en compte.

Cette méthode supervisée est performante, Mais il faut plus de temps pour prédiction car il nécessite le calcul de la distance avec tous les exemples des voisins, mais il existe des heuristiques pour réduire le nombre de voisins qui ont été pris en considération [5].

#### 2.1.2 Principe de fonctionnement :

C'est une approche très simple et directe, elle ne nécessite pas d'apprentissage mais simplement le stockage des données d'apprentissage.

Son principe est le suivant :

Une donnée de classe inconnue est comparée à toutes les données stockées. On choisit pour la nouvelle donnée la classe majoritaire parmi ses  $K$  plus proches voisins (Elle peut donc être lourde pour des grandes bases de données) au sens d'une distance choisie [5].

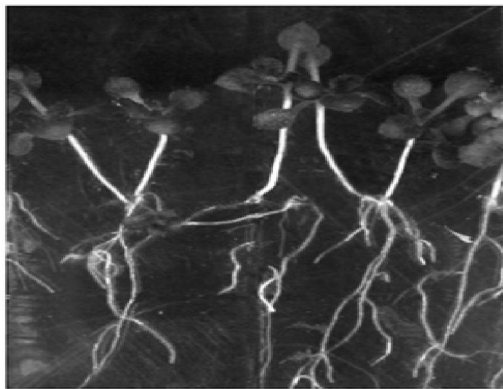
Les  $k$ -PPV nécessitent seulement :

- Un entier  $k$
- Une base d'apprentissage
- Une métrique pour la proximité

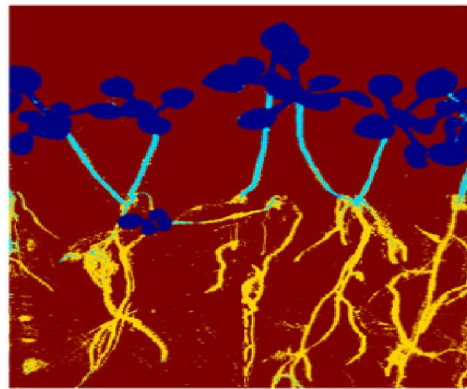
### 2.1.3 Résultats expérimentaux (Exemple réelle) :

Ce passage a été tiré d'une expérience réelle dans laquelle l'algorithme KNN a été utilisé pour Évaluer la santé de plantes qui pousseraient dans des serres autonomes pour soutenir la vie humaine (Essais du M-PHIS pour la culture des plantes sur Mars) [19].

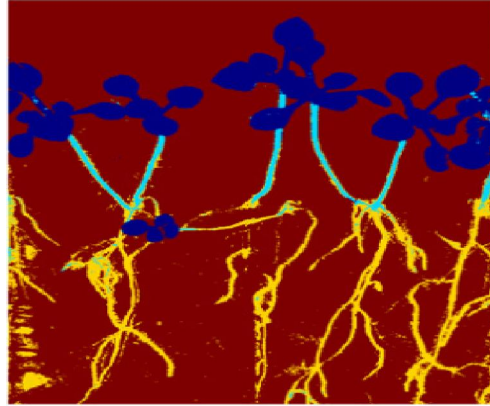
Une image du spectre visible, l'image a une résolution de 96 dpi et de 8 bits de profondeur (figure II.1) [19].Le but est de simplifier l'analyse des images captées par le système en discriminant les différentes parties de la plante (feuilles, tiges et racines). Cette information permet de simplifier l'analyse des conditions sous lesquelles les différentes parties de la plante sont les plus stressées (malades) [19].



Arabidopsis, Visible



Méthode KNN :  $K = 5$



Méthode KNN : K = 11

Figure II.1 : l'exemple expérimental de KNN

## 2.2 Algorithme de Bayes:

### 2.2.1 Définition

Cet algorithme de classification est basé sur la théorie de décision Bayésienne. En utilisant une approche statistique, on suppose que le problème de classification peut être exprimé par des termes probabilistes [10].

$$f(x, C_i) = -\frac{1}{2} (x - \mu_i)^T \sum_i^{-1} (x - \mu_i) - \frac{1}{2} \log |\sum_i| - \log p_i + \frac{k}{2} \log 2\pi$$

- ✓  $k$  est le nombre de classes.
- ✓  $\mu_i$  la moyenne des éléments de la classe  $C_i$ .
- ✓  $\sum_i$  la matrice de variance-covariance.
- ✓  $p_i$  la probabilité a priori de la classe  $C_i$ .

### 2.2.2 Principe de fonctionnement:

Le but de l'utilisation de cet algorithme est de classifier un nouvel objet " $X_{\text{new}}$ " qui n'a pas encore été classé, en sélectionnant l'algorithme de Bayes correspondant à la classe " $C_k$ " qui a la plus forte probabilité. Ce résumé est en deux étapes:

1. Définition d'un ensemble d'apprentissage "A".
2. chaque objet est étiqueté par sa classe «  $C_k$  ».

### 2.2.3 Résultats expérimentaux :

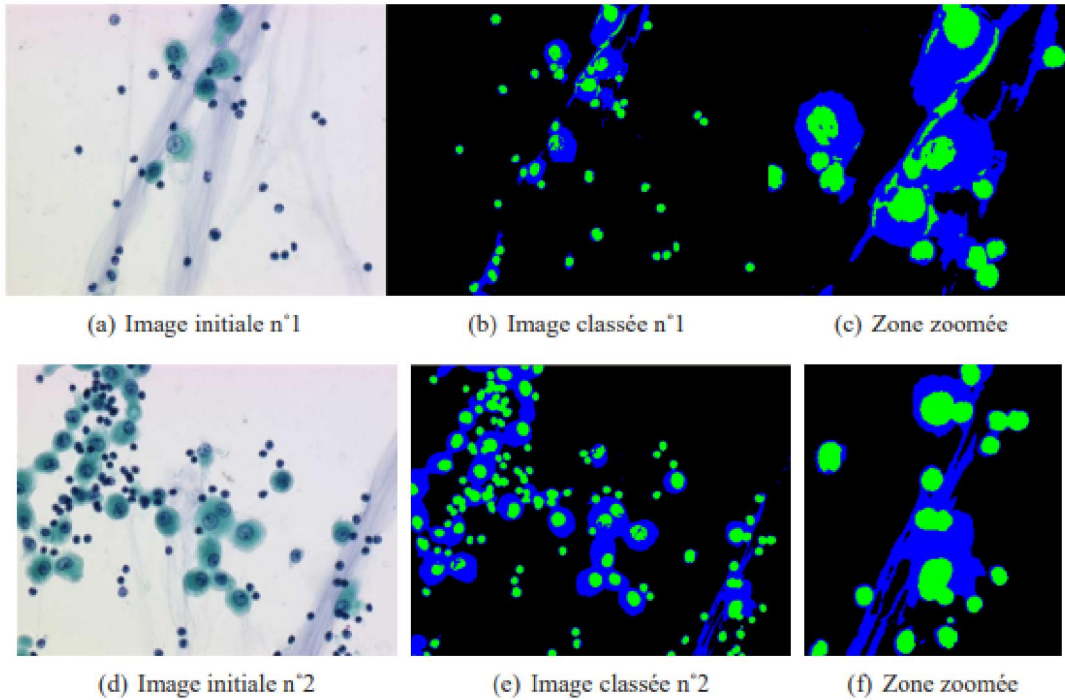


Figure II.2: Classification pixellaire par l'algorithme de Bayes. [10]

## 3 Les algorithmes non supervisés

### 3.1 Algorithme de K-means

#### 3.1.1 Définition :

L'algorithme k-means mis au point par McQueen en 1967, un des plus simples algorithmes d'apprentissage non supervisé, appelée algorithme des centres mobiles, le centre (centroïde) est la moyenne de tous les points dans le cluster qui représentent de points qui ont des propriétés similaires.

#### 3.1.2 Principe de fonctionnement:

Le principe est le suivant:

- Une première partition :

On se donne pour commencer, k centres arbitraires  $c_1, c_2, \dots, c_k$ .

Chaque  $c_i$  représente le centre d'une classe  $C_i$ . Chaque classe  $C_i$  est représentée par un ensemble d'individus plus proches de  $c_i$  que de tout autre centre.

➤ Après cette initialisation on effectue une deuxième partition :

✓ en regroupant les individus autour des  $b_j$ .

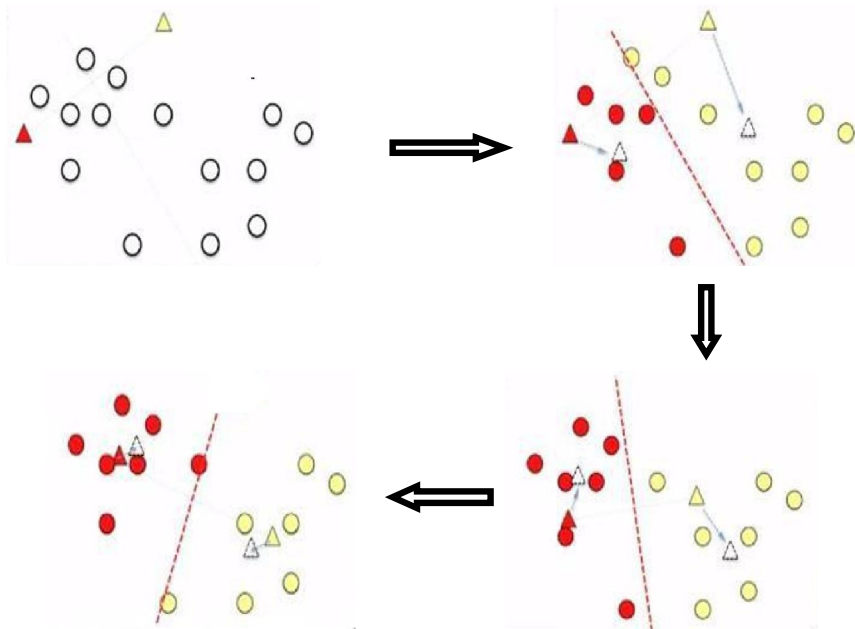
Qui prennent alors la place des  $c_j$  ( $b_j$  est le centre de gravité de la classe  $c_j$ , calculé en utilisant les nouvelles classes obtenues).

Le processus est ainsi réitéré jusqu'à atteindre un état de stabilité où aucune amélioration n'est possible.

En générale il partitionne un ensemble de données en un nombre prédéfini de régions  $K$ .

✓ Chaque groupe est représenté par sa moyenne.

• **Dessin descriptif de K-means :**



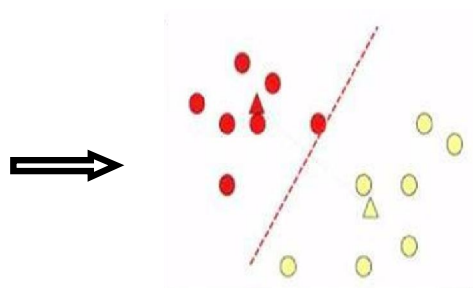


Figure II.3: Dessin descriptif de K-means [15]

### 3.1.3 Résultats expérimentaux :

Cet exemple nous montre l'application de la classification en utilisant un algorithme K-means sur une image couleur (Lena Söderberg) (figure II.4) [15].

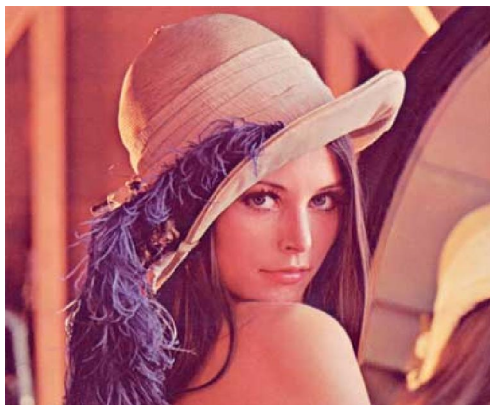
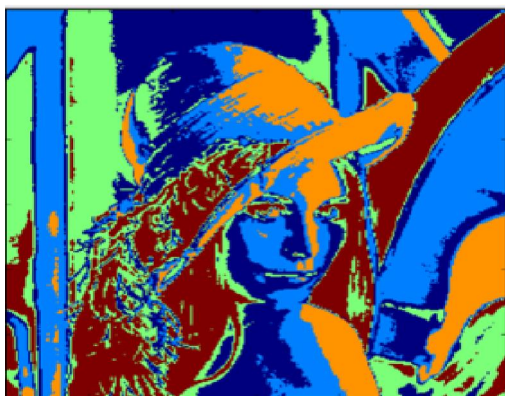


Image original



Number of cluster: 3



Number of cluster: 5



Number of cluster: 11

Figure II.4 : l'exemple expérimental de K-Means

## 3.2 Algorithme C-means flou (FCM):

### 3.2.1 Définition :

FCM est l'un des plus communs algorithmes utilisés pour la segmentation de l'image en divisant l'espace de l'image dans diverses régions de la grappe avec similaires valeurs des pixels de l'image. Il est plus approprié que d'autres algorithmes pour la division des images médicales, Et dans notre travail dans le domaine de la télédétection (clustering des images satellitaires). [9](Développé par Dan en 1973 et amélioré par Bizdec en 1981).

(FCM) peut être vu comme la version fuzzifiée de l'algorithme k-means. Appelé un algorithme de clustering car il permet à l'élément de données d'appartenir à deux groupes ou plus. [7]

### 3.2.2. Principe de fonctionnement:

L'algorithme suivant montre les étapes de FCM:

1. initialiser les centres
2. fixer le paramètre  $m$  (coefficient flou).
3. Calcul de la partition floue initiale  $U$  (la matrice d'appartenance)
4. Répéter :
  - calcul des nouveaux centres
  - calcul de la nouvelle partition floue

Tant que le critère d'arrêt n'est pas vérifié.

FCM et k-means reposent sur le même principe mais FCM à recours à la logique des ensembles flous (utilisation de probabilités).

### 3.2.3 Résultats Expérimentaux :

Pour appliquer l'algorithme sur une image particulière que nous devons faire deux étapes, à savoir:

1. La division de l'ensemble des pixels en un nombre donné de classes non-disjointes.
2. La définition des différentes régions contenues dans l'image, qui pourra s'effectuer par seuillage.



Figure II.5 : Image originale, application FCM avec  $K=2$  et  $K=3$ . [9]

#### 4 Conclusion

La classification est une des solutions fréquemment employées pour réaliser la segmentation d'une image en régions, qui permet de passer d'une représentation sous forme de pixels à des objets pouvant par la suite être analysés afin d'interpréter le contenu des images.

Dans cette section, nous avons donc expliqué certains des algorithmes de classification utilisés dans la segmentation des images et aussi donné des exemples expérimentaux de ces algorithmes.

# **Chapitre III**

## **Modélisation de notre application**

## 1 Introduction

L'un des traitements les plus importants sur les images est le processus des images segmentation.

Le processus de segmentation est l'un des processus spéciaux les plus importants du traitement et de l'analyse, ce qui nécessite de segmentation l'image en zones isolées où chaque zone résultant de la classification a au moins une propriété commune. Ces zones représentent différents éléments ou composants de l'image.

Les techniques de classification sont utilisées pour La segmentation des images. Lorsque la classification est ici un moyen complémentaire et efficace pour obtenir des résultats très acceptables.

Dans ce chapitre, Nous exposé la modélisation d'un notre application qui faire La segmentation des images par la méthode de K-means.

## 2 Segmentation par classification

Les méthodes de classification permettent de regrouper des objets en groupes ou classes d'objets plus homogènes. Les objets regroupés ont des caractéristiques communes, ils sont similaires mais se distinguent clairement des objets des autres classes. [1]

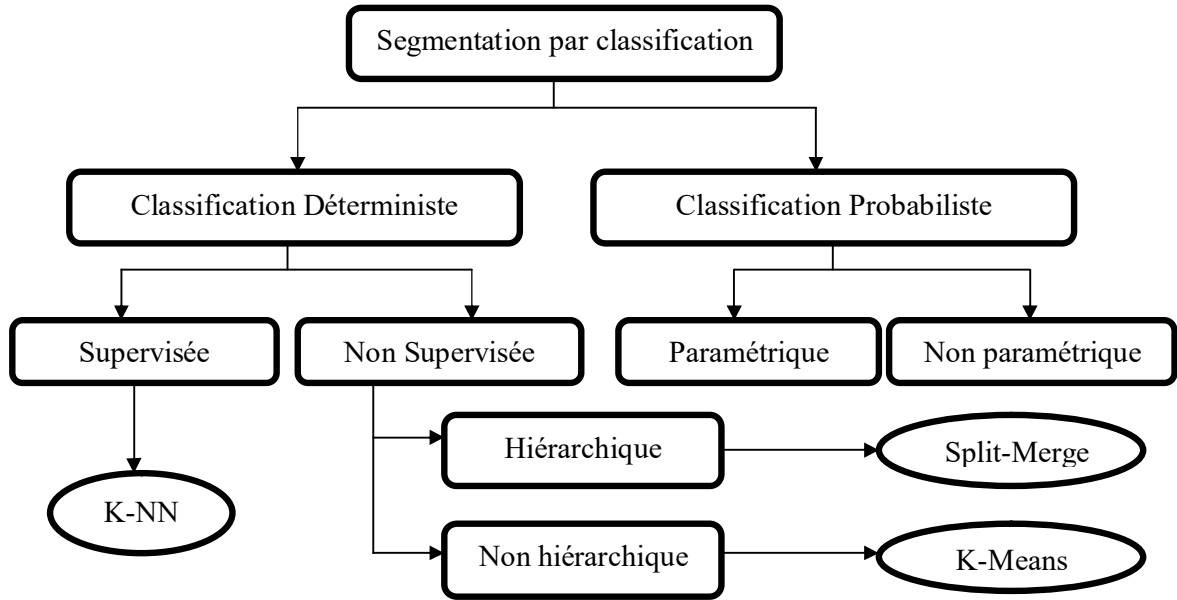


Figure III.1: Les différentes méthodes de segmentation d'image par classification

Il existe différents types de regroupement: clustering K-means, clustering Fuzzy C-means,....etc.

➤ Nous choisissons K-means

### 3 Segmentation des images par K-means

#### 3.1 Définition K-means :

Un des algorithmes de clustering les plus utilisés est le clustering k-means. Il est simple et computationnellement plus rapide que le clustering hiérarchique. Et cela peut aussi fonctionner pour un grand nombre de variables. Mais il produit un résultat de cluster différent pour un nombre différent de nombre de cluster. Il est donc nécessaire d'initialiser le nombre correct de nombre de cluster [11].

Une valeur différente du centroïde initial entraînerait un cluster différent. La sélection du centroïde initial est donc également une tâche importante [11].

#### 3.2 Principe de fonctionnement de K-means:

Dans le clustering k-means, il partitionne une collection de données en un groupe de données k. Il classe un ensemble donné de données en k nombre de grappes disjointes.

L'algorithme K-means est constitué de deux phases distinctes:

Dans la première phase, il calcule le k centroïde.

Dans la deuxième phase, il prend chaque point à la grappe qui a le centroïde le plus proche du point de données respectif [11].

Il existe différentes méthodes pour définir la distance du centroïde le plus proche et l'une des méthodes les plus utilisées est la distance euclidienne. Une fois le regroupement effectué, il recalcule le nouveau centroïde de chaque cluster et basé sur ce centroïde, une nouvelle distance euclidienne est calculée entre chaque centre et chaque point de données et assigne les points dans le cluster qui ont une distance euclidienne minimale. Chaque cluster de la partition est défini par ses objets membres et par son centroïde. Le centroïde de chaque groupe est le point auquel la somme des distances de tous les objets de ce groupe est minimisée. Donc K-means est un algorithme itératif dans lequel il minimise la somme des distances de chaque objet à son centre de gravité, sur tous les clusters [11].

Considérons une image avec une résolution de  $x \times y$  et l'image doit être cluster en k nombre de cluster.

Soit  $p(x, y)$  un pixel d'entrée à grouper et  $c_k$  les centres de la grappe.

L'algorithme pour le regroupement k-means est le suivant:

1. Initialiser le nombre de cluster k et center.
2. Pour chaque pixel d'une image, calculez la distance euclidienne d, entre le centre et chaque pixel d'une image en utilisant la relation donnée ci-dessous.

$$d = \| p(x, y) - c_k \|$$

3. Affectez tous les pixels au centre le plus proche en fonction de la distance d.
4. Une fois tous les pixels assignés, recalculez la nouvelle position du centre en utilisant la relation ci-dessous.

$$c_k = \frac{1}{k} \sum_{y \in c_k} \sum_{x \in c_k} p(x, y)$$

5. Répétez le processus jusqu'à ce qu'il satisfasse la tolérance ou la valeur d'erreur.
6. Remodelez les pixels du cluster en image.

### 3.3 L'algorithme k-means:

**Input: k, ensemble de points  $x_1, x_2, \dots, x_i$**

**1. Placer les centres des clusters (centroids) à des locations aléatoires.**

**2. Pour chaque Point ( $x_i$ ):**

- Trouver le plus proche centroid  $c_j$  ( $D(x_i, c_j)$  distance euclidien).
- Assigner le point  $x_i$  au cluster  $j$ .

**3. Pour chaque Cluster ( $j$ ):**

- Nouveau centroid  $c_j$  = moyenne de tous les pts  $x_i$  assignés au cluster  $j$  dans l'étape précédente.
- Répéter (2) jusqu'à aucun changement de centroid n'est possible.

**Sortie: Ensemble de clusters**

Figure III.2: L'algorithme k-means

### 3.4 Les avantages de k-means:

Nous pouvons citer quelques avantages de k-means par :

- L'avantage de ces algorithmes est avant tout leur grande simplicité.
- Tend à réduire l'erreur quadratique.
- Applicable à des données de grandes tailles [02].

### 3.5 Organigramme générale d'application

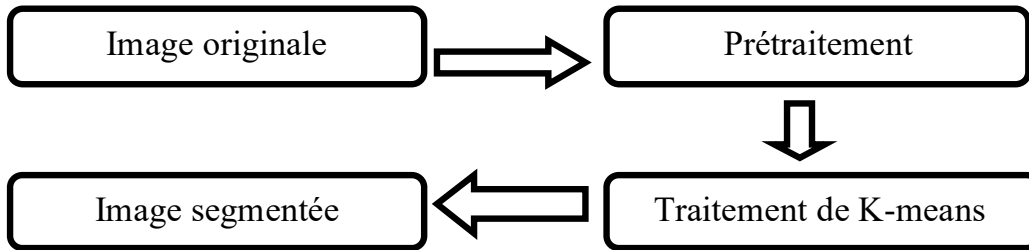


Figure III.3 : Organigramme générale d'application

### 3.6 Organigramme de Traitement de K-means

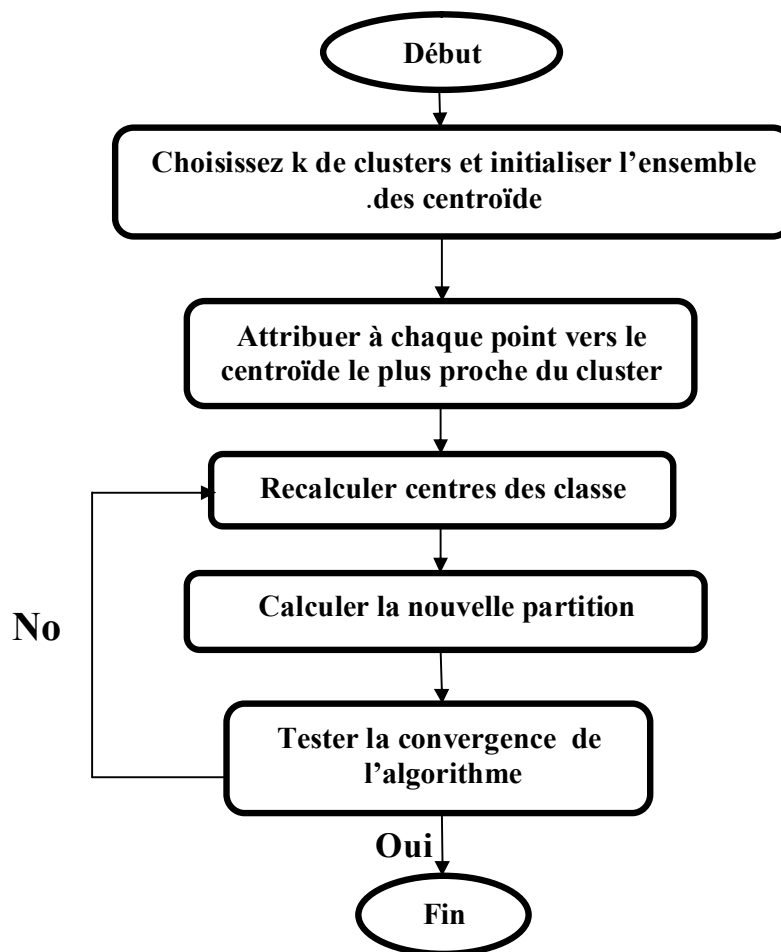


Figure III.4 : Organigramme de Traitement de K-means

## **4 Conclusion**

Dans cette partie de notre projet, nous expliquons la technique de classification ce que nous avons appliqué à la segmentation de l'image, Nous avons construit l'organigramme de l'algorithme de k-means .

# **Chapitre IV**

## **Implémentation**

## 1 Introduction

Dans ce dernier chapitre et après l'aperçu théorique des chapitres précédents, nous présentons le côté pratique de notre application. Son but est d'identifier et d'isoler les composants d'une image couleur où chaque composant est représenté dans une couleur spécifique en utilisant un algorithme « K-means ».

Nous commençons par la description de la base utilisée, le choix de l'environnement de travail ainsi que les étapes fondamentaux de la conception de notre application.

## 2 Le système d'exploitation (Windows)

L'environnement WINDOWS 10 a été choisi comme environnement de travail pour notre logiciel.

### Caractéristiques:

Windows edition: Windows 10 Pro N.

System: Processor Intel (R) Core (TM) i5-3210M CPU @ 2.50 GHz 2.50 GHz

Mémoire installée(RAM) : 8.00 GB

## 3 Environnement de travail : NetBeans

Nous avons choisi un environnement NetBeans IDE Comme environnement de développement & JAVA comme un langage de programmation.

NetBeans est à l'origine un EDI Java. NetBeans fut développé à l'origine par une équipe d'étudiants à Prague, racheté ensuite par Sun Microsystems. Quelque part en 2002, Sun a décidé de rendre NetBeans open-source. Mais NetBeans n'est pas uniquement un EDI Java. C'est également une plateforme, vous permettant d'écrire vos propres applications Swing. Sa conception est complètement modulaire : Tout est module, même la plateforme. Ce qui fait de NetBeans une boîte à outils facilement améliorable ou modifiable.

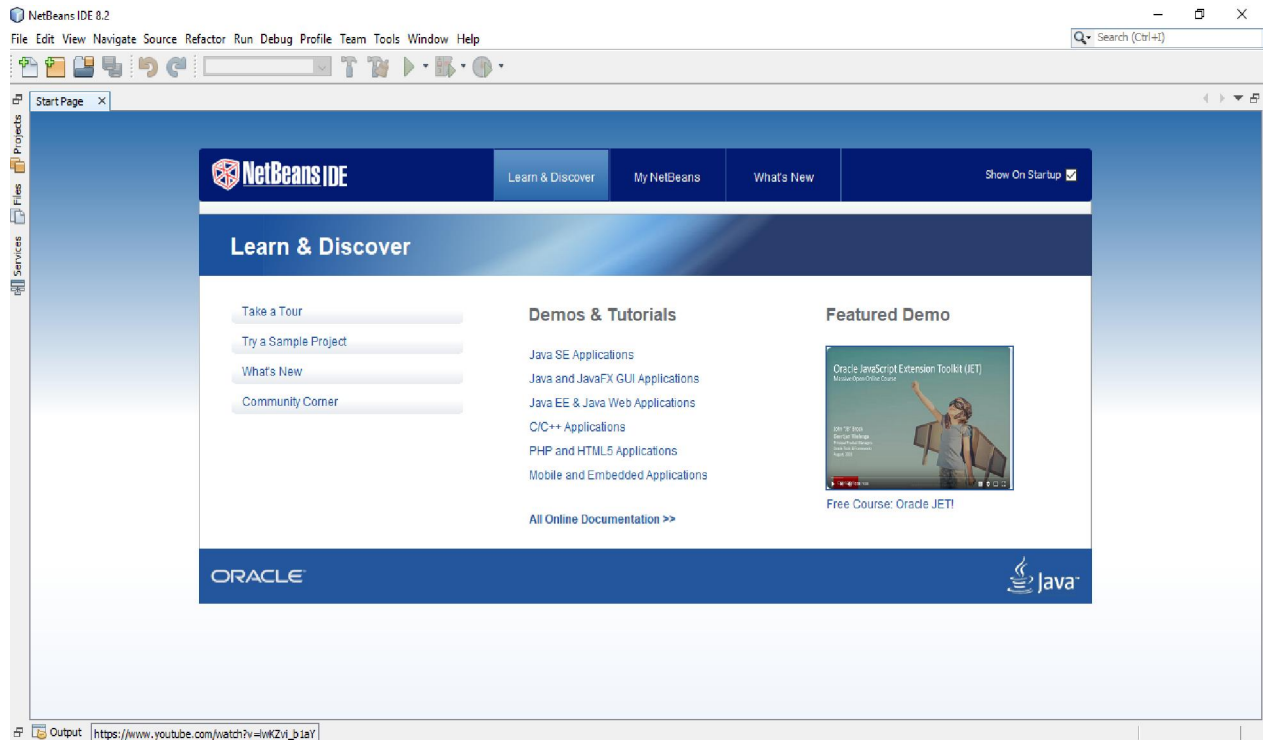


Figure IV.1: L'interface de NetBeans 8.2

## 4 Langage de programmation

Pour le langage de programmation notre choix s'est porté sur le langage JAVA, et cela parce que JAVA est un langage orienté objet simple ce qui réduit les risques d'incohérence; il est portable, il peut être utilisé sous Windows, sous Linux, sous et sur d'autres plateformes sans aucune modification, enfin il possède une riche bibliothèque de classes comprenant des fonctions diverses telles que les fonctions standards, le système de gestion de fichiers, les fonctions multimédia et beaucoup d'autres fonctionnalités.



Figure IV.2: Langage de programmation JAVA

## 5 Présentation de l'application

### 5.1 Interface graphique

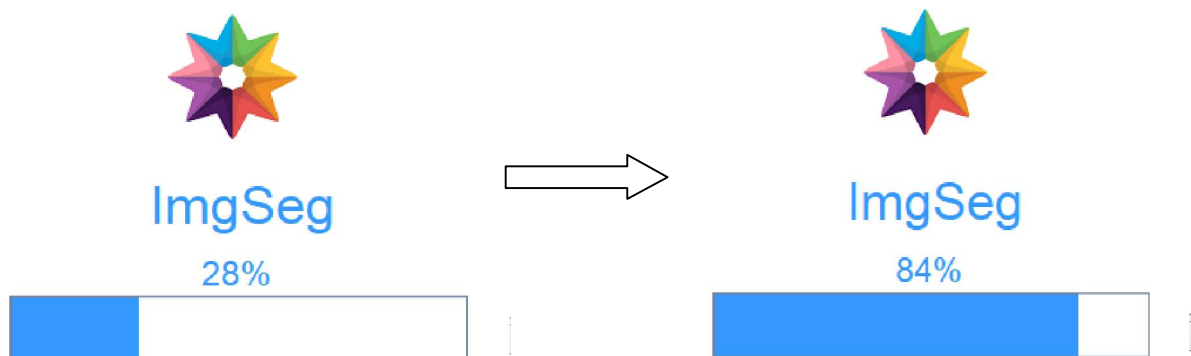


Figure IV.3 : Accès au programme

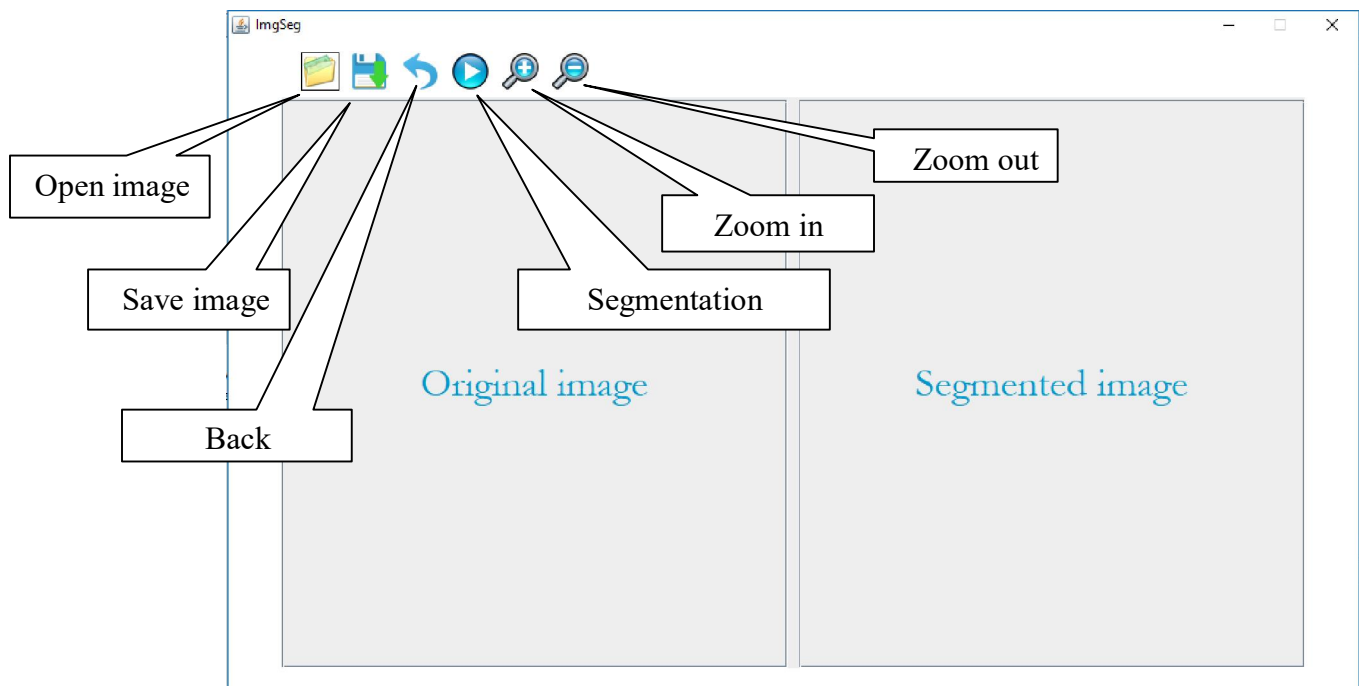


Figure IV.4: Interface principale de programme

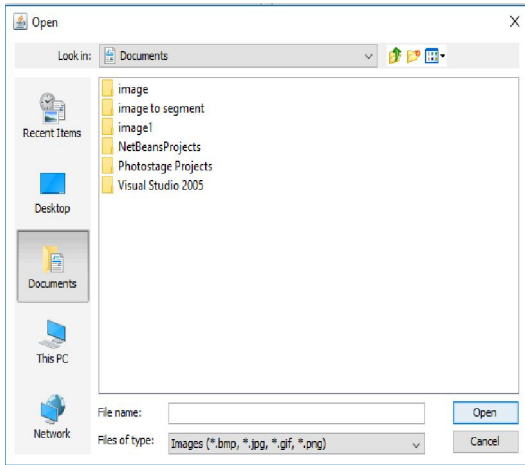


Figure IV.5 : Sélectionner une image

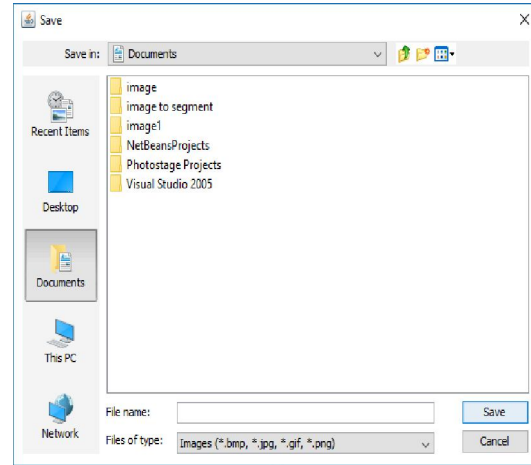


Figure IV.6 : Enregistrer l'image

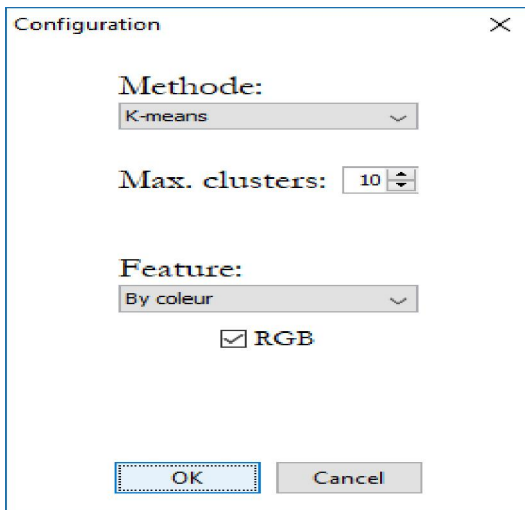


Figure IV.7: Configuration de K-means

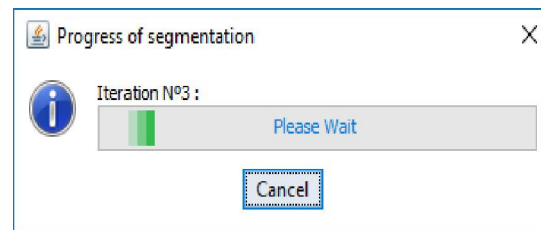


Figure IV.8: Progression de la segmentation

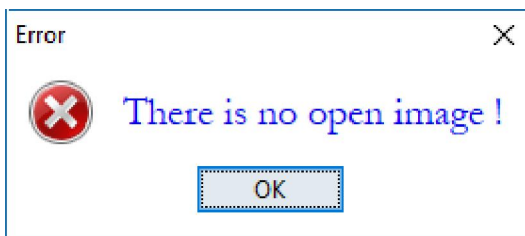


Figure IV.9: Lorsqu'une image n'est pas ouverte

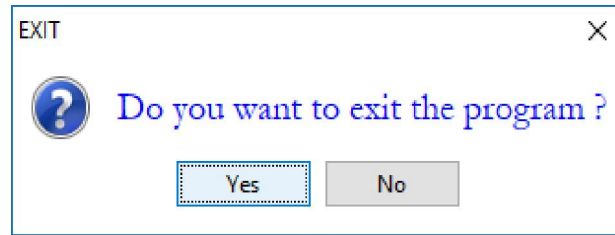


Figure IV.10: Désir de quitter le programme

## 5.2 Les résultats Expérimentaux :

- **Image couleur : PNG**

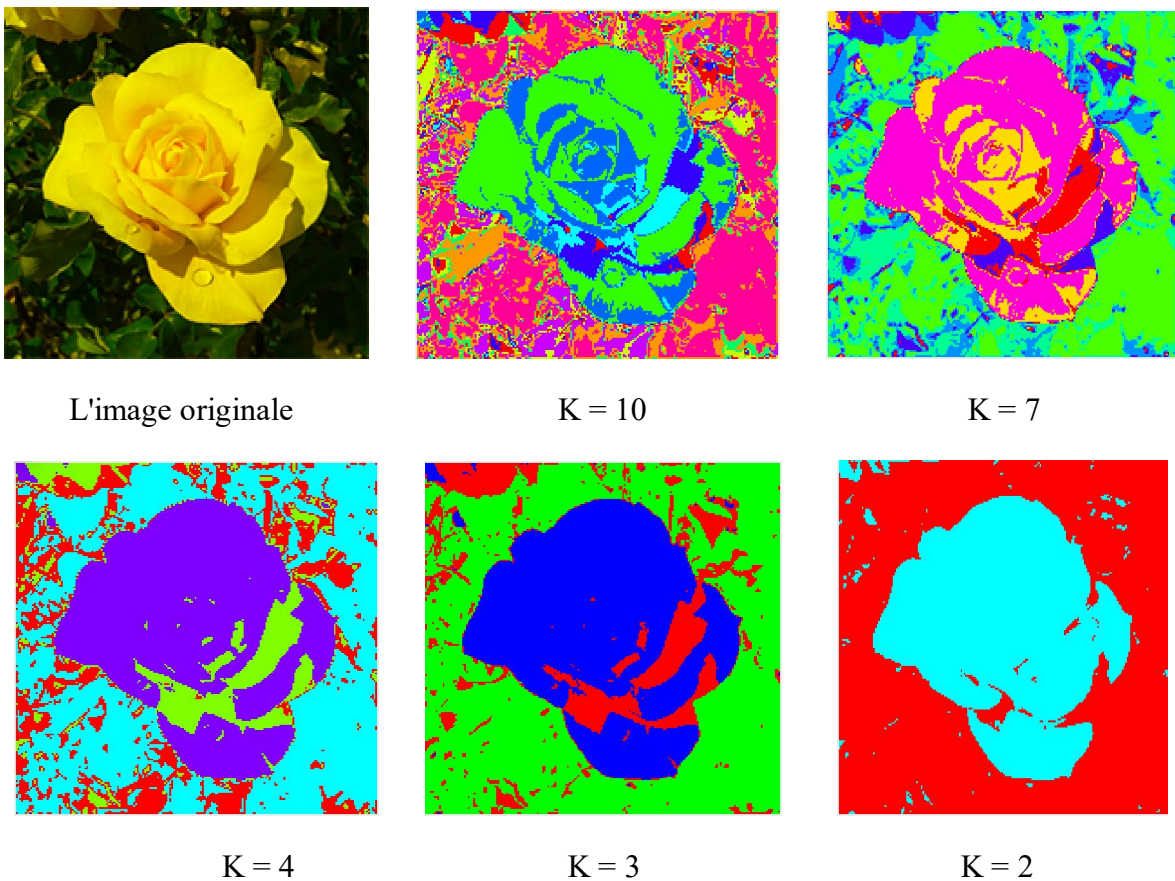


Figure IV.11 : Implémentation la segmentation de K-means pour image de fleur (PNG)

- Image couleur : JPG



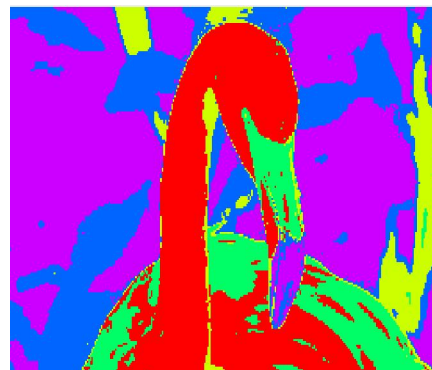
L'image originale



K = 10



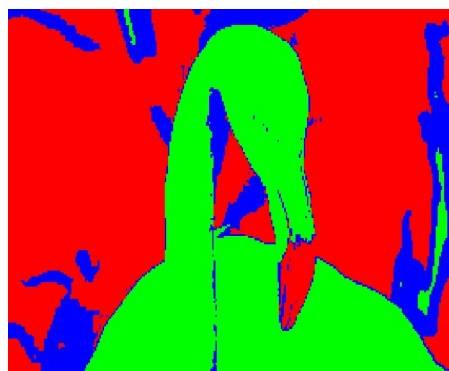
K = 7



K = 5



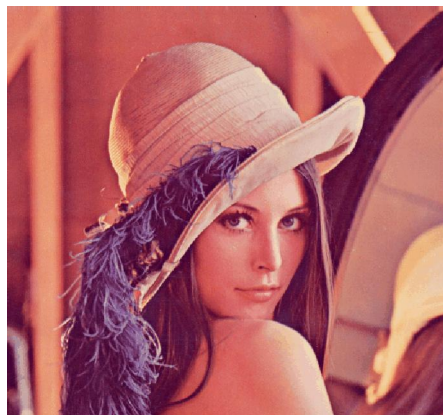
K = 4



K = 3

Figure IV.12 : Implémentation la segmentation de K-means pour image d'oiseau (JPG)

- Image couleur : GIF



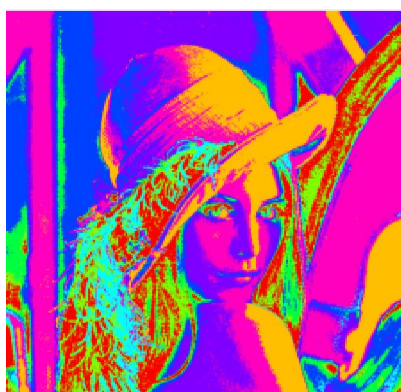
L'image originale



K = 15



K = 10



K = 8



K = 5



K = 3

Figure IV.13 : Implémentation la segmentation de K-means pour image « Lena Söderberg » (GIF)

### 5.3 Discussion :

Ces résultats expérimentaux montrent notre implémentation d'algorithme « K-means » sur des images en couleur RGB avec différentes extensions (png, jpg et gif). Nous concluons qu'il existe a quelques problèmes dans l'algorithme K-means, Nous en tirons :

- Le nombre de classe doit être fixé au départ.
- Ne détecte pas les données bruitées.
- Le résultat dépend de tirage initial des centres des classes.
- Les classes sont construits par rapports à des objets inexistantes (les milieux).
- N'est pas applicable en présence d'attributs qui ne sont pas du type intervalle.

### 6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons clarifié l'approche proposée dans ce mémoire par l'implémentation des notre application et la clarification les étapes de démarche, ensuite nous avons vu aussi les resulta expérimental de image couleur et aussi différent extensions. ce qui nous conduit de faire penser à évoluer notre approche en ajoutant des autres idées.

# *Conclusion Générale*

En analyse et traitement des images, la segmentation est aucun doute la tâche qui mobilise le plus d'efforts. Dans cette étude, nous avons appliqué le processus de segmentation des images, qui vise à identifier les objets dans une image donnée où chaque composant de l'image apparaît à la fin du processus dans une couleur spécifique. Nous avons travaillé sur d'image couleur et aussi ensemble différentes extensions pour ce type.

Nous nous sommes appuyés sur l'un des algorithmes de classification non supervisée les plus utilisés et des plus efficaces en analyse des données, l'algorithme de K-means.

On peut élargir notre travail, en essayant de comparer nos résultats avec d'autres des autres algorithmes de classification non supervisé, et même le supervisé et aussi essayez également d'intégrer cette technique avec d'autres techniques avancées en traitant des images en particulier et de l'intelligence artificielle en général.

## Bibliographie

- [01] J-C. Atine. Méthodes d'apprentissage floue: application à la segmentation d'images biologiques. Thèse de doctorat: Institut national des sciences appliquées .Toulouse: Institut national des sciences appliquées, 2005, N p.
- [02] S. P. Bradley, U.M. Fayyad , C. Reina . Scaling clustering algorithms to large databases. In: knowledge Discovery and Data Mining. (Tomaison. Edition. Lieu d'édition : éditeur commercial)1998,pages 9-15.
- [03] Dilpreet Kaur et al .International Journal of Computer Science and Mobile Computing ,May- 2014,Vol .3, Issue.5 ,N p .
- [04]gharbi fatima zahra , bennamia halima . La logique floue pour Classification Des Feuilles de vigne. Mémoire master académiques, faculté des nouvelles Technologies de l'information et de La Communication Département d'Informatique Et des Technologies de L'information. Ouargla : université Kasdi Marbah Ouargla, 2016, (1, 2, 3, 4,5) N p.
- [05] Gueniaa fatma Zohra , Tourquiikram . Comparaison de méthodes de classification appliquées à la détection d'objets. Mémoire de Master professionnel, Faculté des Sciences Département d'Informatique. EL-OUED : Université EchahidHamma Lakhdar EL-OUED , 2016,(6,7,8,30) N p.
- [06] Guillaume ROUSSEL .Développement et évaluation de nouvelles méthodes de classification spatiale-spectrale d'images hyperspectrales. Thèse de doctorat :Photonique et systèmes optoélectroniques.TOULOUSE: l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace,10 juillet 2012,148 p.
- [07] Hind Rustum Mohammed, Husein Hadi Alnoamani, Ali AbdulZahraa Jalil. Improved Fuzzy C-Mean Algorithm for Image Segmentation. Journal Officiel No.6 du 2016,8.
- [08] kada Fouzia, zahafAhlem. Développement d'une application à base de l'algorithme de classification k-means. Mémoire de Master professionnel, Faculté des Sciences Département d'Informatique.Tlemcen: Université Abou BakrBelkaid ,2016, (56,58) N p.
- [9] Krim ,Mohamed Housseem Eddine. Etude de l'algorithme FCM pour la segmentation des images satellite landsat 5. MEMOIRE DE MASTE, Modilisation Informatique des Connaissances et de Raisonnement « MICR ». SAIDA:Université Dr. Tahar Moulay – SAIDA-,2014,59p.

- [10] Meurie, Cyril. Segmentation d'images couleur par classification pixellaire et hiérarchie de partitions. Thèse de doctorat : Informatique. CAEN: ECOLE DOCTORALE SIMEM,2005,37p.
- [11] Nameirakpam Dhanachandra, Khumanthem Manglemm,Yambem Jina Chanu. Image Segmentation using K-means Clustering Algorithm and Subtractive Clustering Algorithm. Eleventh International Multi-Conférence on InformationProcessing, 2015, National Institute of Technology:Manipur 795 001. India: Procedia Computer Science 54, 2015,764 – 77p.
- [12]Philippe Bolon, Jean-Marc Chassery, Jean-Pierre Cocquerez, Didier Demigny,et al.Analyse d'images : Filtrage et segmentation . (Lieu d'édition : éditeur commercial,année de publication on 23 Jun 2017.)page : 236.(Traitement Du Signal et Images ,CNRS),
- [13] Shahed , Abdullah Hassou ,(Figure 2 :l'image est classée en neuf boutures) (sans date ) [photo] . Revue Rafidain d'Informatique et de Mathématiques, 2010, Vol.7, Numéro 3,( 124) N p.
- [14]Solange, DELAGENIERE-GUILLOT. UTILISATION D'UN MODELE D'OBJET EN RECONSTRUCTION D'IMAGE TRIDIMENSIONNELLE APPLICATION À L'IMAGERIE MEDICALE. Thèse doctorat de Technologie et d'Instrumentation (CEA - Technologies Avancées) .GRENOBLE:De l'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE, 11 février 1993,217
- [15] Zaynab ,EL KHATTABI. Introduction à la classification.classification:algo-classification. 2015.

## Web graphie

- [16]T. Bioteau, F. Bah,A. Resse .Apports du SIG et de la télédétection pour connaître son territoire, une aide à la décision pour la gestion des déchets verts des ménages[en ligne].(date de création du site)Disponible sur:<[https://sig2010.esrifrance.fr/dechets\\_verts\\_menages.aspx](https://sig2010.esrifrance.fr/dechets_verts_menages.aspx)> (Consulté le 20-1-2018).
- [17] Ishank Gulati .Image Segmentation using K-Means Clustering[en ligne].(December 9, 2015)
- Disponible sur :<<http://ishankgulati.github.io/posts/Image-Segmentation-using-K-Means-Clustering/>> (Consulté le 15-3-2018).

[18] Nina Bertrand. Initiation au Clustering[en ligne].(December 1, 2015) Disponible sur : <<https://www.quantmetry.com/single-post/2015/12/01/Initiation-au-Clustering>>(Consulté le 15-1-2018).

[19] Talal Abboud ,Rachid Hedjam,Rita Noumeir,et al. Effectuer *la segmentation des images* prévenant de mars[en ligne]. (05 JUIL 2017) Disponible sur :<<https://substance.etsmtl.ca/effectuer-segmentation-images-mars>> (Consulté le 21-4-2018).

