



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

N° d'enregistrement
...../...../...../...../..

جامعة غرداية
Université de Ghardaïa
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et Technologies
قسم آلية وكهروميكانيك
Département de électroméchanique

Mémoire de fin D'étude en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Automatique
Spécialité : Automatique et systèmes

THEME :

**Compression d'images par la méthode
K-moyennes (K-means)**

Réalisé par :

- BOUCHELAGHEM Nacer
- AOUF Hassen

Dirigé par :

- BOUMEDIENE Ladjal

Soutenue publiquement le: 18/09/2022

Devant le jury composé de:

BITEUR Kada	Grade Univ. Ghardaïa	Président
BOUMEDIENE Ladjal	Grade Univ. Ghardaïa	Encadrant
ARIF Muhammed	Grade Univ. Ghardaïa	Examinateur
KIFOUCHE Abdessalam	Grade Univ. Ghardaïa	Examinateur

Années Universitaire: 2021/2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions notre Dieu de nous avoir aidés à faire notre thème de fin d'étude et Merci à ma famille qui nous soutiennent bien.

Au terme de ce travail, nous tiens à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères Remerciements à notre tuteur de notre projet de fin d'étude à l'université ghardia . Monsieur M , LEDJEL a accepté d'encadrer nos travaux.

Nous voudrions remercier également tous nos amis de master nouveaux et DEUA.Nos profonds remerciements vont à nos camarades.

Nos plus vifs remerciements s'adressent aussi à tout le cadre professoral et administratif de l'Université Ghardaïa .

Nos remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à L'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A MA CHERE MERÉ

A MON PERE

A mes frères et sœurs, ainsi que leurs enfants

A tous mes amis et collègues

AU cadre professoral

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce
Projet soit possible, je vous dis merci.*

Listes des abréviations

BMP	Bitmap
CR	Compression Ratio
DC	Direct Current
DCT	Discrete cosine transform
DWT	Discrete wavelet transform
GIF	Graphics Interchange Format
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JPEG2000	Standard de compression d'images fixes récent, introduit par JPEG
PNG	Portable Network Graphics
RLE	Run Length Encoding
TIFF	Tagged Image File Format

Liste des figures

Figure I.1 : représentation de pixel	02
Figure I.2 : L'image comme un groupe	02
Figure I.3 : (a) Image sans bruit. (b) Image avec bruit	02
Figure I.4 : Histogramme et palette associés à une image	03
Figure I.5 : Image monochrome	05
Figure I.6 : Image polychrome (couleur)	06
Figure I.7 : seuillage fixe	07
Figure I.8 : seuillage global	10
Figure I.9 : seuillage local voisinage de 1	10
Figure I.10 : convolution	11
Figure I.11 : exemple filtre moyenneur	12
Figure I.12 : exemple filtre gaussien	13
Figure I.13 : exemple Filtre Médian	14
Figure I.13 : Schéma d'un système de traitement d'images	14
Figure II.1 : Schéma général de la compression d'image	19
Figure II.2 : Schéma d'un codeur d'image	20
Figure II.3 : Schéma de compression /décompression classique d'image	21
Figure II.4 : Compression sans pertes	23
Figure II.5 : compression avec pertes.	23
Figure II.6 : code Baudot.	28
Figure III.1 : Exemple d'initialisation du K-moyennes avec trois clusters	36
Figure III.2 : Mise à jour des centres après une itération de K-moyennes	37
Figure III.3 : Exemples de clusters finaux obtenus avec K-moyennes	37

Figure III.4 : Schéma fonctionnel de l'algorithme K-moyennes	39
Figure III.5 : représente une image originale et image reconstruite	43
Figure III.6 : représente une image originale et image reconstruite	44
Figure III.7 : représente une image originale et image reconstruite	45
Figure III.8 : représente une image originale et image reconstruite	46
Figure III.9 : représente une image originale et image reconstruite	47

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Tableau comparatif entre les caractéristiques des différents formats de compression d'image	08
Tableau II.1: les intervalles des les lettres originale	26
Tableau II.2 : Symboles avec leurs probabilités	27
Tableau III.1: représente Paramètres d'évaluation de test 01	44
Tableau III.2: représente Paramètres d'évaluation de test 02	45
Tableau III.3: représente Paramètres d'évaluation de test 03	46
Tableau III.4: représente Paramètres d'évaluation de test 04	47
Tableau III.5: représente Paramètres d'évaluation de test 05	48

Sommaire :

Introduction générale	
<i>Chapitre I</i>	
I.1 Introduction.....	1
I.2 Définition de L'image	1
I.3 Image numérique	1
I.4 Caractéristiques d'une image numérique	1
I.4.1 Résolution.....	1
I.4.2 Dimension	1
I.4.3 Pixel	1
I.4.4 Bruit	2
I.4.5 Histogramme.....	3
I.4.6 Luminance	3
I.4.7 Contraste	3
I.5 Types d'images.....	4
I.5.1 Images en niveaux de gris (Monochromes).....	4
I.5.2 Images en couleur (polychromes)	5
I.6 Formats de fichiers d'images	6
I.6.1 TIFF (Tagged Image File Format)	6
I.6.2 JPEG (Joint Photographic Experts Group)	7
I.6.3 GIF (Graphics Interchange Format).....	7
I.6.4 PNG (Portable Network Graphics).....	7
I.6.5 BMP (bitmap).....	7
I.7 traitements d'images	9
I.7.1 Seuillage (binarisation)	9
I.7.2 Les méthodes de seuillage	9
I.7.3 1 Le seuillage fixe	9
I.7.4 2 Le seuillage global	9
I.7.5 3 Le seuillage local	10
I.8 Système de traitement d'image.....	14

Domaines d'application	14
I.9 Conclusion	17
<i>Chapitre</i>	<i>II</i>
II.1.Introduction	
.....
19	
II.2 compression de données	19
II.3 la compression des données en ligne	20
II.3.1 1 L'objectif principal de la compression d'images	21
II.3.2 Principe général de la compression des images	21
II.3.3 reconstruction d'images	22
II.4 Type de compression.....	22
II.4.1 Compression sans pertes	22
II.4.2 Compression avec pertes.....	23
II.4.3 Compression presque sans pertes	23
II.4.4 Compression logique	24
II.4.5 compression physique	24
II.5 Techniques de compression presque sans perte	25
II.5.1 codage par répétition	25
II.5.2 Codage arithmétique	25
II.5.3 Méthode de codage RLE (Run Length Encoding)	26
II.5.4 codage de Huffman	26
II.5.5 Codage entropique	27
II.5.6 code Baudot	28
II.6 Techniques de compression avec pertes	29
II.6.1 Sous-échantillonnage	29
II.6.2 Quantification.....	30
II.6.3 Londelette.....	30
II.6.4 DCT.....	30

II.7 Taux de compression	31
II.8 Conclusion.....	32
<i>Chapitre III</i>	
III.1 Introduction.....	34
III.2 Domaine d'applications	34
III.3 Avantages et inconvénients	35
III.3.1 Avantages	35
III.3.2 Inconvénients	35
III.4 Définition	35
III.5 Fonctionnement de l'algorithme K-moyennes (K-Means)	36
III.5.1 Principe algorithmique	40
III.6 moyennes (K-means) sur Pixels	41
III.6.1 Logiciel de l'implémentation	41
III.6.2 Matériel utilisé	42
III.7 Paramètres d'évaluation	42
III.7.1 Taux de compression	42
III.7.2 Temps de calcul	43
III.8 Conclusion	48
Conclusion générale	49
Références bibliographiques	50

Résumé :

Évolutions technologiques importantes Informatisation et diversité des applications multimédias ces dernières années consiste à développer des techniques de compression d'image plus efficaces Son but est d'augmenter la capacité de transmission et le stockage des données.

Dans cet article, nous allons étudier l'un d'entre eux, qui est le plus populaire et le plus facile parmi les algorithmes d'apprentissage non supervisé : K Means

L'algorithme K-means identifie plusieurs centroides dans un ensemble de données, où le centroid est la moyenne arithmétique de tous les points de données appartenant à un cluster particulier.

L'algorithme attribue ensuite chaque point de données au cluster le plus proche, en essayant de garder les clusters aussi petits que possible (le terme "moyenne" dans K-means fait référence à la tâche de faire la moyenne des données ou de trouver le centroid).

Dans le même temps, K-means essaie de garder les autres clusters aussi distincts que possible.

Mots-clés :

_ K-means : Algorithme de regroupement des données.

_ Apprentissage non supervisé : Analyse sans données étiquetées.

_ Clustering : Regroupement d'éléments similaires.

_ Centroïde : Moyenne d'un cluster.

summary:

Significant technological developments—computerization and the diversity of multimedia applications in recent years—have led to the development of more effective image compression techniques. Their purpose is to increase data transmission capacity and storage efficiency.

In this article, we will study one of these techniques, which is the most popular and the simplest among unsupervised learning algorithms: K-Means.

The K-means algorithm identifies several centroids in a dataset, where a centroid is the arithmetic mean of all data points belonging to a particular cluster.

The algorithm then assigns each data point to the nearest cluster, trying to keep the clusters as compact as possible (the term “means” in K-means refers to averaging the data or finding the centroid).

At the same time, K-means attempts to keep the other clusters as distinct as possible.

Keywords:

_ K-mean:

A data clustering algorithm that groups similar data points.

_ Unsupervised Learning:

A machine learning approach without labeled data.

_ Clustering:

The process of grouping similar elements together.

_ Centroid :

The average point of cluster.

الملخص:

شهدت السنوات الأخيرة تطورات تكنولوجية مهمة، خاصة في مجال الإعلام الآلي وتنوع التطبيقات متعددة الوسائط، مما أدى إلى تطوير تقنيات ضغط صور أكثر فعالية. وتهدف هذه التقنيات إلى زيادة قدرة نقل البيانات وتحسين تخزينها.

في هذا المقال، سندرس إحدى هذه التقنيات، وهي الأكثر شيوعاً وأسهل ضمن خوارزميات التعلم غير المراقب :
K-Means

تقوم خوارزمية K-Means بتحديد عدة مراكز تجمعات (Centroids) داخل مجموعة البيانات، حيث يمثل كل مركز متوسط النقط التي تنتمي إلى التجمع نفسه.

بعد ذلك، تقوم الخوارزمية بإسناد كل نقطة بيانات إلى أقرب تجمع، مع محاولة جعل التجمعات صغيرة ومضغوطة قدر الإمكان) مصطلح "Means" في K-Means يشير إلى عملية حساب متوسط البيانات أو إيجاد مركز التجمع.(
وفي الوقت نفسه، تحاول الخوارزمية جعل التجمعات الأخرى متمايزة قدر الإمكان عن بعضها.

الكلمات المفتاحية :

_ خوارزمية (K-means) :

خوارزمية لتجميع البيانات المشابهة.

_ التعلم غير الخاضع للإشراف :

أسلوب تعلم آلي دون بيانات معلمة مسبقاً.

_ تجميع(Clustering) :

عملية جمع العناصر المشابهة في مجموعات.

_ المركز(Centroid) : المتوسط الحسابي لعناصر المجموعة

Introduction Générale :

La compression des données est souvent appelée codage, où le codage est un terme très général englobant toute représentation spéciale de données qui satisfait une tâche ou un besoin. Comme la compression de fichiers, le but de la compression d'image est de réduire la taille et d'économiser de l'espace de stockage. Cependant, les algorithmes de compression d'image sont spécifiques à certains types de supports, tels que les fichiers image.

Compression sans perte ou réversible, qui présente l'avantage de conserver la qualité de l'image d'origine, mais à un taux de compression relativement faible ; la compression avec perte consiste en des algorithmes caractérisés par un taux de compression raisonnablement élevé, tout en conservant autant que possible la qualité acceptable de l'image d'origine est généralement basée sur une étape de transformation pour compresser les informations utiles en un nombre minimum de coefficients non nuls.

Le premier chapitre introduit le concept de traitement d'image fixe, en gardant une généralisation des différentes images et leurs définitions et la qualité d'image reconstruite afin de se familiariser avec les concepts et la terminologie de cet article.

Le chapitre 2 est consacré aux principales techniques de codage de source permettant une compression réversible sans perte. Le chapitre se termine par quatre variantes de deux techniques de codage : Huffman et arithmétique, dans le but de les appliquer à la compression d'image sans perte.

Le troisième chapitre présente les résultats obtenus, suivis d'une analyse comparative et d'une discussion basée sur des critères objectifs. Nous terminons cette mémoire par une conclusion générale.

Chapitre I

.1 Introduction

La compression d'image est une exigence encore plus importante dans le domaine multimédia, car nous constaterons que les images numériques forment un énorme ensemble de données, même s'il s'agit d'une simple image fixe, de sorte que leur stockage et leur transmission deviennent très difficiles. A cette fin, on assiste à la naissance de toute une branche de la science qui traite des images fixes et animées.[1]

I.2 Définition de L'image

Une image, numérique ou fixe, est une représentation binaire d'informations visuelles, telles qu'un dessin, une image, un graphique, un logo ou une image vidéo unique. Les images numériques peuvent être enregistrées électroniquement sur n'importe quel périphérique de stockage.

I.3 Image numérique

Une image numérique est une matrice de pixels X par Y, correspondant à l'échantillonnage et à la quantification du signal acquis avec la caméra. Une image numérique consiste en un tableau de valeurs entières. Pour pouvoir stocker et transmettre cette image comme toute autre donnée informatique, elle doit être codée en binaire, c'est-à-dire décrite par une suite de 0 et de 1 . La numérisation des images peut se faire selon deux méthodes de codage différentes, chacune ayant sa propre application et produisant deux modes d'image : pixel ou vecteur.

I.4 Caractéristiques d'une image numérique

I.4.1 Résolution :

C'est le moniteur ou l'imprimante dans fabrication d'images. Sur un écran d'ordinateur, la résolution est exprimée en chiffres Pixels par unité de mesure (pouce ou centimètre).

I.4.2 Dimension :

C'est la taille de l'image. Cette dernière se présente sous la forme d'une matrice dont Les éléments sont des valeurs numériques représentant l'intensité lumineuse (pixels). Cette Le nombre de lignes de cette matrice multiplié par le nombre de colonnes nous donne nos chiffres Nombre total de pixels dans l'image.

I.4.3 Pixel :

En informatique et en photo numérique, une image est constituée d'un ensemble de points appelés pixels qui sont les plus petits éléments constitutifs d'une image numérique.

Le nom de "pixel", abrégé px, provient de l'expression anglaise Picture élément, qui signifie "élément d'image" ou "point élémentaire". Un pixel est généralement rectangulaire ou Chapitre I : Notions d'image 3 pres'que carré et présente une taille comprise entre 0,18 mm et 0,66 mm de côté .



Figure I.1 représentation de pixel

La lettre A par exemple, peut être affichée comme un groupe de pixels dans la figure ci dessous :



Figure I.2 : L'image comme un groupe de pixels

I.4. 4 Bruit :

Le bruit (parasite) dans l'image est considéré comme un phénomène brusque L'intensité d'un pixel change par rapport à ses voisins, ce qui provient d'Optique et électronique des capteurs.

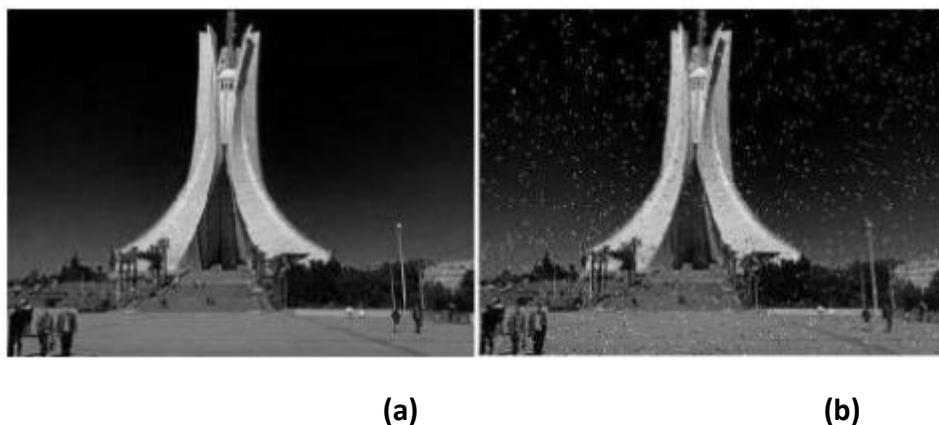


Figure I.3: (a) Image sans bruit. (b) Image avec bruit

I.4.5 Histogramme :

L'histogramme de niveaux de gris ou de couleurs d'une image est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (couleur) dans l'image. Il fournit de nombreuses informations sur la distribution des niveaux de gris (couleurs). Voir sur les terminaux la plupart des niveaux de gris (couleur) sont répartis dans le boîtier Images trop lumineuses ou trop sombres.

Il peut être utilisé pour améliorer la qualité de l'image (amélioration de l'image) en certaines modifications sont introduites afin que des informations utiles puissent être extraites. Pour réduire l'erreur de quantification, comparez les deux images obtenues sous éclairage différent, ou pour mesurer certaines propriétés sur l'image, nous modifions généralement l'histogramme correspondant .[2]

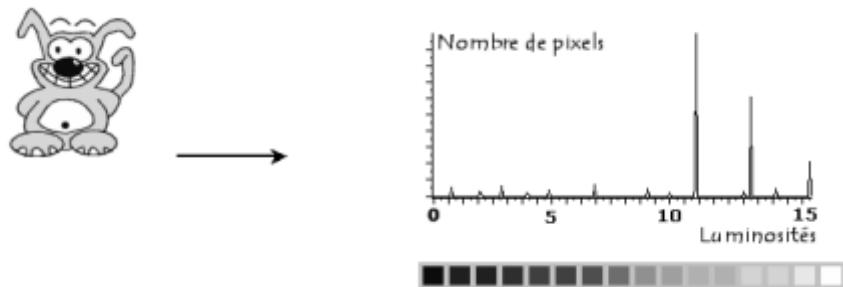


Figure I.4: Histogramme et palette associés à une image

I.4.6 La luminance :

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

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

I.4.7 Contraste :

C'est l'opposition marquée entre deux régions d'une image, plus précisément entre les régions sombres et les régions claires de cette image. Le contraste est défini en fonction des luminances de deux zones d'images. Si L_1 et L_2 sont les degrés de luminosité respectivement de deux zones voisines A_1 et A_2 d'une image, le contraste C est défini par le rapport [2] :

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

I.5 Types d'images

On distingue de deux types d'images :

- Monochrome : variations d'une même teinte.
- Polychrome (couleur): "vraies" couleurs

I.5.1 Images en niveaux de gris (Monochromes)

Le niveau de gris est la valeur de l'intensité lumineuse en un point. La couleur du pixel peut prendre des valeurs allant du noir au blanc en passant par un nombre fini de niveaux intermédiaires. Donc pour représenter les images à niveaux de gris, on peut attribuer à chaque pixel de l'image une valeur correspondant à la quantité de lumière renvoyée. Cette valeur peut être comprise par exemple entre 0 et 255. Chaque pixel n'est donc plus représenté par 1 bit, mais par 1 octet. Pour cela, il faut que le matériel utilisé pour afficher l'image, soit capable de produire les différents niveaux de gris correspondant.

Le nombre de niveaux de gris dépend du nombre de bits utilisés pour décrire la "couleur" de chaque pixel de l'image. Plus ce nombre est important, plus les niveaux possibles sont nombreux.[2]



Figure I. 5: Image monochrome.

I.5.2 Images en couleur (Polychromes)

Elle est obtenue par la combinaison de trois couleurs dites primaires : rouge, vert et bleu (RVB). Chaque couleur est codée comme une image à niveaux de gris, avec des valeurs allant de 0 à 255. Pour $R=V=B=0$, nous auront un noir pur, et pour $R=V=B=255$, nous aurons un blanc pur. La représentation des images couleur se fait donc soit par une image dont la valeur du pixel est une combinaison linéaire des valeurs des trois composantes couleurs, soit par trois

images distinctes représentant chacune une composante couleur, on distingue généralement deux types d'images [2]:

- Images 24 bits
- Images à palettes



Figure I. 5: Image polychrome (couleur).

I.6 Formats de fichiers d'images :

L'acquisition d'images est une mesure spatiale de l'interaction entre les ondes et la matière. Les ondes sont émises par la source et reçues par le capteur. Par exemple, dans le cas de l'imagerie par écho, des ultrasons (un type d'onde sonore) sont transmis et reçus par la sonde. L'interaction est le reflet des ultrasons sur la structure du corps.

Dans le cas des ondes électromagnétiques, la photographie utilise le spectre visible, le spectre qui est visible à l'œil humain. Il existe des applications dans tout le spectre électromagnétique, des rayons gamma aux ondes radio. Ainsi, les images acquises par rayons X ou gamma sont principalement utilisées en imagerie médicale et en astronomie². En médecine, on utilise l'IRM, la TEP, les scanners à rayons X, l'échographie Doppler, l'échographie, la scintigraphie, la tomographie².

Deux caractéristiques importantes des mesures spatiales sont la taille du plus petit élément (pixel) et l'interrelation de deux éléments adjacents : plus cette interrelation est faible, meilleure est l'image.

I.6.1 TIFF (Tagged Image File Format) :

Tagged Image File Format (TIFF) est un autre format de fichier image populaire. Développé par Aldus Corporation dans les années 1980 et acquis plus tard par Microsoft. Il prend en charge l'ajout d'informations supplémentaires (appelées "tags") pour fournir bonne flexibilité

I.6.2 JPEG (Joint Photographic Experts Group):

C'est un format de fichier graphique permettant des taux de compression impressionnantes mais au détriment de la qualité de l'image : la compression se fait avec perte d'information. L'extension de fichier correspondante est JPG. Ce format ne supporte pas la transparence contrairement au GIF. La norme JPEG utilise l'ADCT (Transformée en cosinus discrète).

I.6.3 GIF (Graphics Interchange Format) :

Le format GIF est un type de bitmap, mais contrairement au format JPEG ou PNG, les fichiers GIF sont limités à une palette maximale de 256 couleurs. Essentiellement, chaque image GIF contient une «boîte de crayons» prédéfinie et il n'y a aucun moyen de mélanger ces couleurs pour créer de nouvelles couleurs. Alors que GIF est généralement un choix médiocre pour les images avec une grande variation de couleur, cette limite de 256 couleurs peut aider à réduire les dimensions des fichiers, ce qui est idéal même pour les vitesses d'Internet les plus lentes. Pendant de nombreuses années, GIF a fourni la seule option de transparence du Web - bien que PNG et SVG offrent maintenant cela aussi.

I.6.4 PNG (Portable Network Graphics):

Le format PNG fournit une norme portable, légalement inutilisée, bien compressée et bien définie pour les fichiers d'images bitmatiques sans perte. Bien que la motivation initiale pour le développement de PNG soit de remplacer GIF, la conception offre de nouvelles fonctionnalités utiles non disponibles dans GIF, avec un coût minimal pour les développeurs.

transparence

La transparence peut être prise en charge à l'aide de masques (deux images)

I.6.5 BMP (bitmap): Bitmap (BMP) :

est un format de fichier image non compressé qui peut être utilisé pour créer et stocker des graphiques informatiques. Les fichiers bitmap affichent un petit point dans un motif qui, vu de loin, crée une image globale. Une image bitmap est une grille de lignes et de colonnes où des cellules spécifiques se voient attribuer une valeur, qui peut être remplie ou laissée vide, créant une image basée sur les données.

Le tableau et l'image au-dessous illustrent la différence entre les formats de compression d'image.[1]

format	Nom	L'extension de fichier	Type de compression	méthodes	L'usage
JPEG	Joint Photographic Experts Group	jpg ou .jpe ou jpeg	Compression avec perte	DCT/RLE	Pour naturel images
PEG 2000	Joint Photographic Experts Group 2000	.jp2 ou .j2k Ou .jpf ou .jpg2	Compression avec perte	DWT	Pour meilleure qualité d'image (20% meilleur que jpeg)
GIF	Graphics Interchange Format	.gif ou .gfa ou .giff	Compression sans perte	LZW	Pour les images animées
PNG	Portable Network Graphics	.png	Compression sans perte	DEFLATE	Pour les webcomics et pour les logos et c'est un meilleur format de compression
TIFF	Tagged Image File Format	.tif ou .tiff	Compression sans perte	Zip/LZW/RLE /DEFLATE	Pour multi images dans un fichier

BMP	Bitmap	.bmp	Non compressé	format Zip	Pour bitmap	les
-----	--------	------	---------------	------------	-------------	-----

Tableau I.1 : Tableau comparatif entre les caractéristiques des différents formats de compression d'image.

I.7 traitements d'images

I.7.1 Seuillage (Binaraisation)

- Le seuillage est le traitement qui permettant de sélectionner les informations significatifs dans les images
- L'image d'entrée est une image en niveau de gris, L'image résultant de ce traitement est en noir et blanc.
- Ce traitement nécessite le réglage d'un paramètre: le seuil S.
- Si la valeur du pixel de l'image dépasse le seuil fixé, la valeur résultante du pixel est 1, sinon la valeur résultante du pixel est 0.

I.7.2 Les méthodes de seuillage :

- Le seuillage fixe
- Le seuillage global
- Le seuillage local

I.7.2.1 Le seuillage fixe :

- Le seuillage fixe est plus simple
- On prend un seuil fixe en paramètre de la fonction
- On parcourt tous les pixels de notre image, Si le pixel est supérieur à ce seuil il prend la valeur de 1 sinon il prend la valeur 0

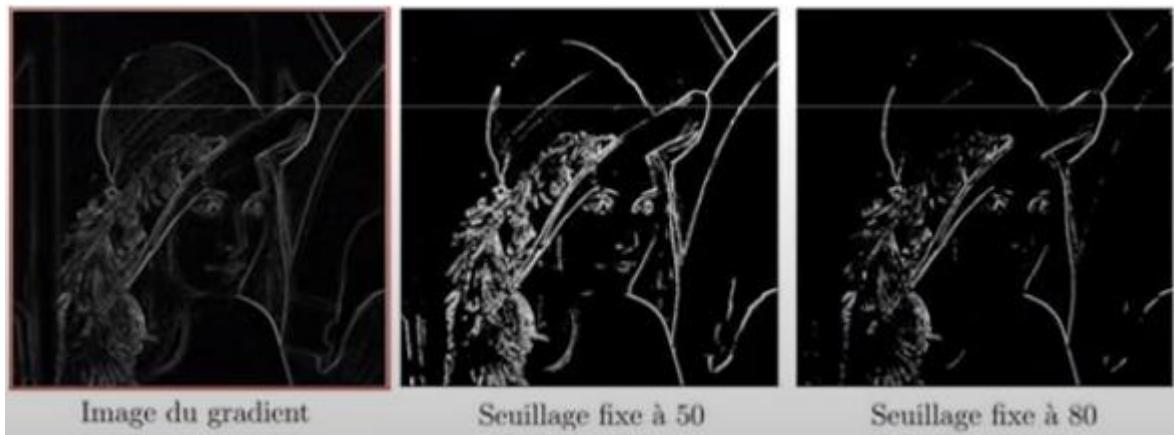


Figure I.7 : seuillage fixe

I.7.2.2 Le seuillage global :

- Le seuillage global fait appel à la fonction de seuillage fixe mais on fixant le seuil
- Le seuil est la moyenne globale des pixels de l'image,
- Additionner toutes les pixels pour diviser le tout par le nombre de pixels de l'image originale
- la moyenne est trop faible pour obtenir des contours corrects



I.7.2.3 Le seuillage local :

Figure I .8 : seuillage global

- Le seuillage local calcul aussi une moyenne mais une moyenne locale au pixel courant
- On passe en paramètre un voisinage qui sert à déterminer quels pixels on doit utiliser pour calculer cette moyenne
- Avec un voisinage de 1 on calcule la moyenne avec les 8 points qui entourent le pixel courant
- Ce seuillage n'est pas très efficace parce qu'on fait une moyenne locale et non plus globale.

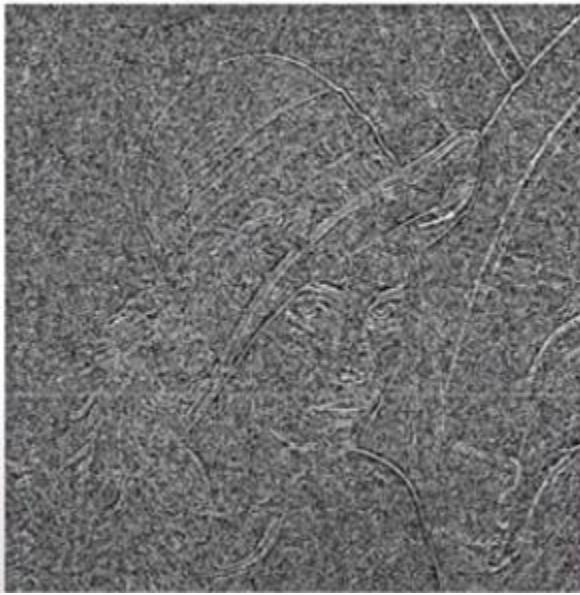


Figure I.9 : seuillage local voisinage de 1

I.7.3 La convolution :

C'est l'opérateur de base du traitement linéaire des images. Apparue très tôt dans les premiers systèmes d'analyse d'images sous forme empirique et justifiée par des considérations d'implantation, ce n'est que plus tard qu'on a fourni des justifications physiques et fait le lien théorique avec les filtres et le traitement du signal.

Soit I une image numérique.

Soit h une fonction de $[x_1, x_2] \times [y_1, y_2]$ à valeurs réelles.

La convolution de I par h est définie par :

$$(I * h)[x, y] = \sum_{i=x_1}^{x_2} \sum_{j=y_1}^{y_2} h[i, j] * I[x - i, y - j]$$

Propriétés de la convolution :

Commutativité $h * g = g * h$

Associativité $(h * g) * k = h * (g * k) = h * g * k$

Distributivité $h * (g + k) = (h * g) + (h * k)$

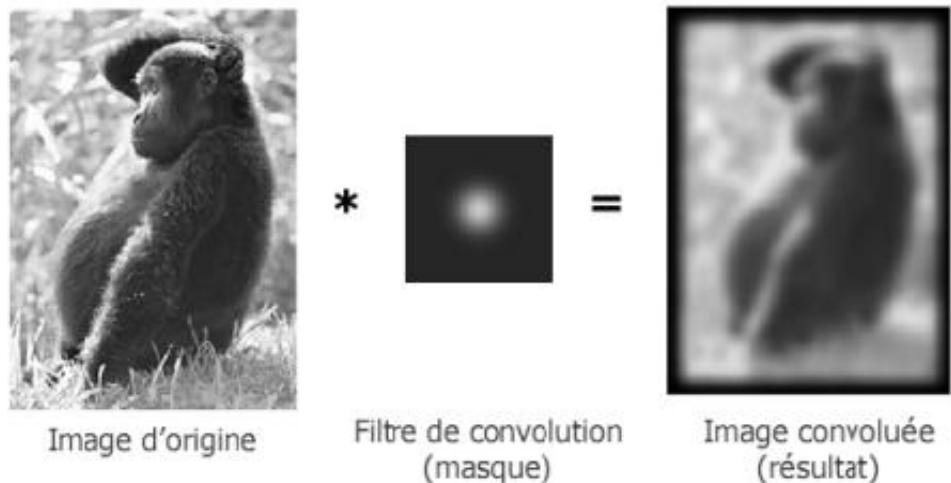


Figure I.10 : convolution

Le Masque de Convolution :

- Le masque de convolution représente un filtre linéaire permettant de modifier l'image
- On divisera le résultat de la convolution par la somme des coefficients du masque
 - » Pour éviter de modifier la luminance globale de l'image, la somme des coefficients doit être égale à 1

En réalité il existe deux types de filtrage Spatiale;

- Filtres passe-bas
 - Atténue le bruit et les détails (basses fréquences)
 - lissage



- Filtres passe-haut
 - Accentue les détails et les contours



(hautes fréquences)
→ accentuation

A-Le filtre moyenneur

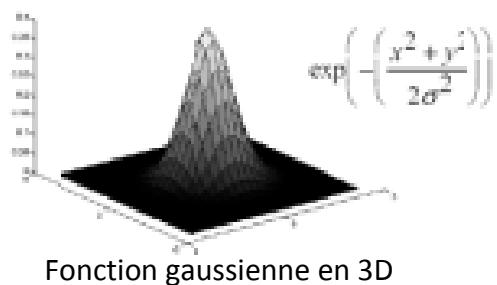
- Permet de lisser l'image
- Remplace chaque pixel par la valeur moyenne de ses voisins
- Réduit le bruit
- Réduit les détails non-important
- Brouille ou rend floue l'image
 - Filtre dont tout les coefficient sont égaux

Exemple :



Figure I.11 :exemle filtre moyenneur

B-Le Filtre Gaussien



Fonction gaussienne en 3D

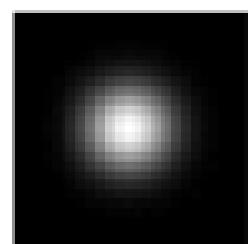


Image de gaussienne

Le filtre gaussien donne un meilleure lissage et une meilleure réduction du bruit que le filtre moyenne

Exemple :



Figure I.12 : exemple filtre gaussien

C-Le Filtre Médian (non-linéaire)

- Pour nettoyer le bruit dans une image, il existe mieux que le filtre moyen ou le filtre gaussien
- Il s'agit du filtre médian
- C'est un filtre non-linéaire, qui ne peut pas s'implémenter comme un produit de convolution
- On remplace la valeur d'un pixel par la valeur médiane dans son voisinage $N \times N$ [3]



Exemple :

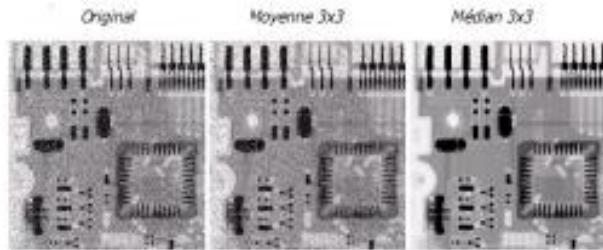


Figure I.13 : exemple Filtre Médian

I.8 Système de traitement d'images :

Un système de traitement numérique d'images est composé de : [2]

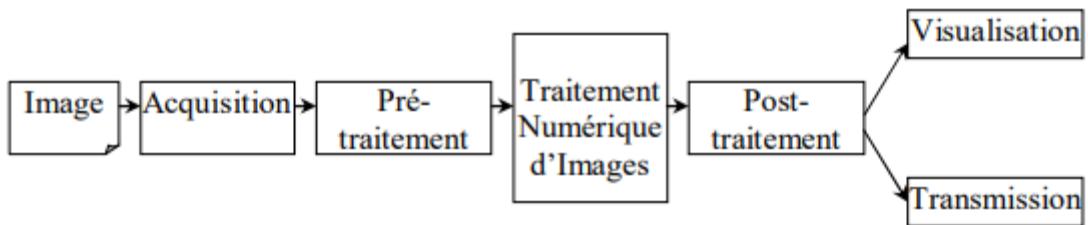


Figure I.14 : Schéma d'un système de traitement d'images

Domaines d'application :

Les exemples et domaines d'applications du traitement d'image sont très nombreux. Les deux principaux domaines, qui ont permis au Traitement d'Image de se développer sont [4] :

le domaine militaire :

- missiles en tous genres (autodirecteur (courte portée), de croisière (longue portée), etc.),
- le renseignement (télédétection à partir d'images satellite dont la précision peut aller aujourd'hui jusqu'à quelques centimètres, ou aériennes, la photo-interprétation),
- les simulateurs « réels » (de vol avion, de char, etc.),

le domaine médical :

- angiographie,
- radiographie,
- échographie,
- scanner,
- IRM, etc.

Mais, une multitude d'applications apparaissent dans des domaines divers allant :

du domaine industriel :

- le contrôle de la qualité des produits en bout de chaîne (état de surface, dimensionnement, forme, couleur, présence des comprimés par exemple dans l'industrie pharmaceutique),
- le contrôle non destructif,
- les manipulations automatiques par des robots (« pick and place » : récupération sur un tapis roulant pour mise en sachet ou dans un conteneur) y compris dans l'industrie alimentaire en plus du contrôle de la composition, de la fraîcheur, etc.

allant jusqu'au domaine du multimédia :

- la compression / décompression pour la transmission d'images ou le stockage,
- l'amélioration de la qualité,
- la TV haute définition (Standard MPEG4),
- la TV en relief,
- le coloriage des dessins animés, des vieux films N&B,
- le remplacement des panneaux publicitaires dans des retransmissions sportives,
- le suivi optimal automatique du porteur de balle dans un jeu tel que le football américain,
- le tatouage d'image (pour prouver l'authenticité des documents, ainsi que leur appartenance),
- la recherche d'images par le contenu dans des banques d'images,
- la recherche de plan de rupture entre deux scènes dans une vidéo (pour le codage MPEG 4 par exemple),
- la vidéo-conférence : reconnaissance des éléments pertinents d'un visage pour la modélisation adaptée à la transmission d'images (MPEG 4),

en passant par de nombreux domaines dont :

l'imagerie civile satellitaire et aérienne :

- la météorologie : les prévisions à partir des images du satellite Météosat en estimant les déplacements futurs des fronts nuageux,
- la cartographie,
- diverses études sur la répartition des sols : emprise des villes, désertification, évolution des embouchures de fleuves (Mont-Saint-Michel, Venise), déforestation, etc.
- du territoire : la reconstruction de modèles numériques de terrain (altitude en fonction de la position) permet de générer des vues synthétiques d'un paysage dans lequel on pourra inclure des éléments futurs tels que lignes à haute tension, barrages, routes, autoroutes.

la reconnaissance de caractères, de documents :

- le photocopieur intelligent, capable d'analyser le document et de séparer zones de texte, de dessins et graphiques, d'images et de les traiter différemment, de déterminer les directions principales et ainsi de pouvoir redresser la copie d'un original posé de travers,

- l'archivage de documents renseignés tels que les documents à remplir de la Sécurité Sociale ou des Caisses d'Allocations Familiales : comprend le contenu, et met à jour le dossier dans la base de données,
- le tri automatique du courrier postal,
- la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation de véhicules : fonction qui équipe les radars automatiques qui se généralisent aujourd'hui sur nos routes et autoroutes,

la robotique mobile et autonome militaire :

- le robot aidant le fantassin sur le champ de bataille, par exemple pour le transport de charges lourdes (« robot mule ») et l'inspection du dessous des véhicules à la recherche d'engins explosifs,
- mais également civile : robot (le même !) aidant le sauveteur dans des décombres, ou l'ouvrier agricole dans les champs lors de la récolte(9)
- les robots sans pilote : « martien », avion (drone), sous-marin,

la conduite assistée par ordinateur, à la conduite automatique :

- suivi de routes,
- reconnaissance des panneaux (signalisation verticale),
- reconnaissance des voies de circulation (signalisation horizontale), le positionnement latéral (la bonne file) et longitudinal (distance par rapport au véhicule précédent) du véhicule sur la chaussée,
- la détection d'obstacles,
- détection de piétons, de cyclistes, de présence dans les angles morts,
- détection de l'endormissement du conducteur, l'assistance au parking, caméra de recul,

la régularisation de flux par le biais de comptage et suivi d'objets :

- automobiles : temps de parcours, indication de vitesse ou de proximité par rapport au véhicule précédent,
- personnes : réduction des files d'attente,

la surveillance de sites ou locaux stratégiques, protection de données :

- éléments biométriques : empreintes, iris, visage pour la reconnaissance de personnes autorisées, la validation d'identité et la détection d'intrus,
- la vidéoprotection : détection automatique de situation à problèmes,
- la thermographie infrarouge (nécessite le recalage d'images des domaines du visible et infrarouge thermique ainsi que du plan cadastral) pour évaluer l'isolation des toitures des habitations individuelles, collectives, des bâtiments publics, et de l'isolation des canalisations d'eau chaude, servant aux chauffages collectifs par chaudière classique ou géothermie.

- l'Interaction Homme Robot : comment le robot peut-il comprendre l'homme dans le cadre d'une interaction non verbale, dans le cadre de la robotique de service, d'assistance ou de compagnie :

et enfin la reconnaissance d'objets pour de multiples applications :

- la recherche de mines et d'explosifs dans le cadre de la robotique militaire,
- la recherche d'un verre, d'une bouteille, d'une boîte de médicaments dans le cadre de la robotique d'assistance à personne à mobilité réduite,
- la reconnaissance de panneaux routiers dans le cadre de la conduite assistée ou automatique.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous essayons de résumer ces concepts Éléments d'image numérique (vecteur et raster) tels que dimensions, Résolution, Bruit, Histogramme, Contour et Texture, Luminosité, Contraste, Niveaux de gris et Les couleurs et leurs différents types de format (bitmap, jpeg, png, tiff, gif.).

Le chapitre suivant est consacré aux objectifs de la compression et aux divers méthodes de compression.

Chapitre II

II. GENERALITES SUR LES TECHNIQUES DE LA COMPRESSION D'IMAGES

II.1. Introduction

Avec le développement de l'outil informatique, on effectue des échanges de volumes importants d'information. Or la gestion d'une telle masse pose des problèmes de stockage et de transfert.

Pour cela, des études ont été menées afin de mettre en évidence des algorithmes de compression et décompression de données. Leur but est de changer le format des informations de telle sorte qu'elles occupent moins de volume. Une fois compressées, les données ne sont plus accessibles en tant que données cohérentes; pour les récupérer, il suffit de les décompresser.

Dans ce chapitre, nous donnons quelques notions essentielles sur la compression d'image.[5]



Figure II.1 : Schéma général de la compression d'image

II.2 compression de données :

Les méthodes de codage et de compression d'image cherchent à réduire le nombre de bits par pixel à stocker ou à transmettre, en exploitant la redondance informationnelle dans l'image.

Comme les méthodes de compression déjà citées dans les sections précédentes, les méthodes de compression d'image ont des critères d'évaluation,

les principaux critères sont :

- La qualité de reconstitution de l'image.
- Le taux de compression.
- La rapidité du codeur.

Les méthodes de compression d'image suivent généralement le schéma suivant :



Figure II.2 : Schéma d'un codeur d'image

Le résultat sera un fichier code, en appliquant les étapes dans le sens inverse on obtient une image presque identique à l'image originale. Une méthode de compression d'image peut être avec ou sans perte. Avec une méthode sans perte, l'image obtenue après le décodage est identique à l'image originale, dans l'autre cas l'image obtenue rassemble l'image originale avec une distorsion qui ne doit pas dépasser une certaine limite.[6]

II-3. la compression des données en ligne :

L'objectif de la compression des données est de représenter une source d'information aussi précisément que possible en utilisant le plus petit espace de stockage.

L'image compressée occupe moins de place sur une unité de stockage. Elle prend moins de temps de transmission sous forme compressée sur le même canal ; ou bien elle a besoin d'une bande passante plus petite pour arriver à destination en même temps que la même image non compressée.

La compression d'image peut s'employer avec des contraintes et des attentes très différentes, selon l'utilisation à laquelle les images sont destinées. On peut vouloir réduire le nombre de bits d'une image avec une contrainte sur la capacité de stockage, etc. . . .

La compression d'image est utilisée pour des applications de loisir, du traitement d'image, de la recherche visuelle rapide dans une base d'image, du diagnostic, etc. . . .

En général, La compression est également appelée codage source ou réduction de débit, La compression des données, d'une manière générale c'est l'ensemble des méthodes et règles qui permettent de réduire le volume d'une donnée sans perdre les informations essentielles.

d'elle a pour but de compresser les données et l'autre de les décompresser. [7]

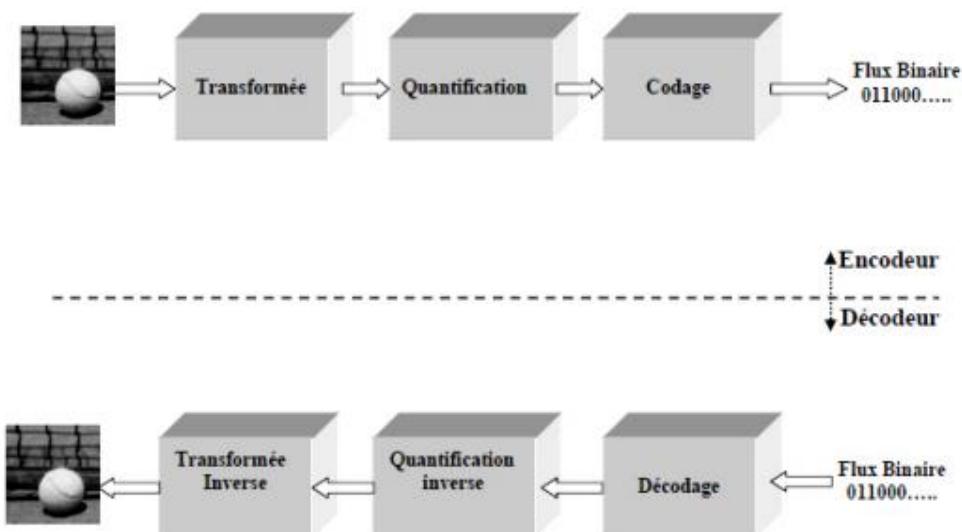


Figure II.3 : Schéma de compression /décompression classique d'image.

II-3.1 L'objectif principal de la compression d'images

L'objectif de la compression est de réduire la quantité de mémoire nécessaire pour le stockage d'une image ou de manière équivalente de réduire le temps de transmission de celle-ci. Cette compression peut soit conserver l'image intacte, on parle alors de compression sans perte, soit autoriser une dégradation de l'image pour diminuer encore l'empreinte mémoire, on parle ici de compression avec perte. La première méthode est limitée à des facteurs de compressions (rapport entre la taille mémoire originale et la taille comprimée) de l'ordre de 3 tandis que la seconde permet des facteurs beaucoup plus grand au prix de cette dégradation de l'image. Nous allons maintenant voir comment ce procédé, est possible.[8]

II-3.2 Principe général de la compression des images

Les premières normes de compression d'image avaient peu d'impact sur la qualité. Comme les techniques de compression de données "informatiques", elles se contentent de réduire la taille des fichiers en encodant intelligemment la redondance (répétition des mêmes parties). Ainsi, au lieu d'encoder l'image point par point, toutes les régions ayant des caractéristiques similaires (telles que les couleurs unies) utilisent le même code, et comme les éléments sont fréquents, le code est tous plus court. Avec cette méthode de compression, l'image compressée n'a qu'un faible taux de dégradation et ressemble beaucoup à l'image d'origine. Revers de la médaille : le poids du document est généralement quasiment le même que le document original ! Ensuite, il y a JPEG. Ce format tire son nom du Joint Photographic Experts Group, un comité d'experts de l'image qui définit ses normes 1991.

JPEG destructif peut changer le taux de compression inversement proportionnel à la qualité de l'image. Il fonctionne en découplant une image en carrés de 8 x 8 pixels (ou 16 x 16) puis en les compressant à l'aide d'une opération mathématique appelée transformation DCT (transformation en cosinus discrète française). D'une part, cette opération convertit les carrés en fréquences, dont les valeurs représentent l'importance et la vitesse des changements d'image ; d'autre part, sur les amplitudes, qui représentent les différences de changements de couleur, afin de réduire le poids de l'image, en éliminant les fréquences de faible amplitude pour augmenter le taux de compression. Bien sûr, plus il y a de valeurs d'abattage, plus l'image est mauvaise. Mais c'est aussi le prix d'une compression élevée, avec un gros défaut.

après l'opération, le réassemblage des carrés engendre des artefacts disgracieux en faisant apparaître des traces au niveau de leurs jonctions.[9]

II-3.3 reconstruction d'images :

Différentes méthodes d'imagerie médicale ont atteint d'excellentes performances et sont donc couramment utilisées. Aujourd'hui, nous avons le problème de l'accumulation de dose (X ou gamma), donc la recherche de leur minimisation conduit à une diminution du rapport signal sur bruit du système, et donc à une diminution de la qualité diagnostique de l'image obtenue ou de la dose mesurée .

De plus, dans les domaines de la radiothérapie et de l'imagerie médicale, on rencontre souvent des grandeurs d'intérêt qui doivent être déterminées à partir de données expérimentales non directement observables. On peut citer entre autres le problème de la reconstruction tomographique ou de l'évaluation de l'espace des phases à partir des mesures de dépôt de dose en radiothérapie.[10]

II-4 Type de compression

II-4.1 Compression sans pertes

Dans ce type de compression, on a chaque bit qui est soumis à la compression est restitué avec exactitude lors de l'étape de la décompression. Un ensemble de bits X a comme résultat de compression le compressé Y plus court que X, ce résultat est stocké ou transmis. Lors de la décompression du résultat Y, on récupérera par exactitude l'ensemble de bits de départ X .

Schématiquement parlant on a :

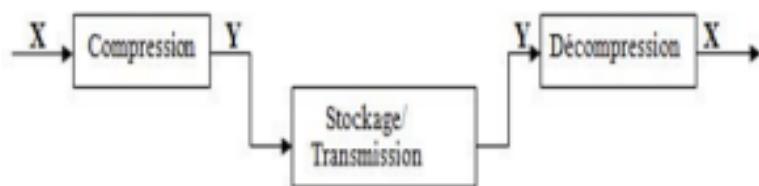


Figure II.4 : Compression sans pertes

II-4.2 Compression avec pertes :

Ce type de compression a un rôle tout à fait différent par rapport à celui de sans perte.

Le principe de la compression avec perte est d'avoir une permission de supprimer quelques données (qui sont inutiles) de l'information pour avoir une meilleure compression, ce qui signifie qu'après une décompression du compressé on aura un résultat approximatif du fichier original. On a une information X qu'on veut compresser, son résultat de compression est Y, après décompression du compressé Y on a un résultat Z qui est une approximation de X ($Z=X$). On utilise souvent cette compression pour compresser les données comme image, son, vidéo . . . , car pour ce type de données on peut enlever quelques données sans toucher aux informations essentielles qui sont contenues dans ce type de fichier.

Voici un schéma représentatif d'une compression avec perte :

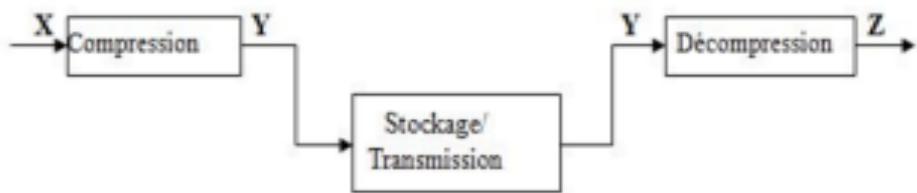


Figure II.5 : compression avec pertes.

II-4.3 Compression presque sans pertes :

Les méthodes de compression sans perte importantes sont un sous-ensemble des méthodes de compression avec perte et parfois différentes de celles-ci. La compression sans perte significative peut être considérée comme un intermédiaire entre la compression conservatrice et non conservatrice, car elle préserve tout le sens des données d'origine tout en éliminant une partie de l'information.

Dans le domaine de la compression d'image, il existe une distinction entre la compression sans perte (bit-perfect ou bit-perfect) et la compression significativement sans perte (pixel-perfect ou pixel-perfect). Une image compressée presque sans perte (à ne pas confondre avec une image compressée presque sans perte) peut être décompressée pour obtenir la même version non compressée des pixels. Cependant, il ne peut pas être décompressé pour obtenir exactement la même version non compressée (les métadonnées peuvent être différentes).[11]

II-4.4 Compression logique :

La compression logique utilise un algorithme (procédé) qui agit sur les données de manière spécifique.

En fonction du réglage de l'algorithme la compression peut se faire avec ou sans perte d'informations. Lors de la compression avec perte, la donnée reconstruite sera plus ou moins proche des données originales en fonction de taux de compression utilisé. Mais il n'est pas évident qu'une personne puisse faire la différence. A chaque format d'image correspond un codage spécifique de l'information et éventuellement un algorithme de compression. [12]

Pour bien comprendre la compression d'image, il faut d'abord savoir comment est codée une image. Une image est constituée d'un ensemble de points appelés pixels, Le pixel représente ainsi le plus petit élément constitutif d'une image numérique.

II-4.5 compression physique :

En mécanique, la compression est l'application de forces équilibrées vers l'intérieur (« pousser ») à différents points sur un matériau ou une structure, c'est-à-dire des forces sans somme nette ou couple dirigé de manière à réduire sa taille dans une ou plusieurs directions. C'est le contraire de la tension, ou traction, qui est l'application de forces équilibrées vers l'extérieur (« tirant ») ; et des forces de cisaillement, dirigées de manière à déplacer les couches du matériau parallèlement l'une à l'autre. La résistance à la compression des matériaux et des structures est une considération d'ingénierie importante.

II-5 Techniques de compression presque sans perte :

II-5.1 codage par répétition :

Le codage de répétition est largement utilisé dans les systèmes de communication Détecter et corriger les erreurs introduites par les canaux bruyants. Ce codage est largement utilisé dans notre communication verbale. Par exemple, il est courant que nous ne le fassions pas Je ne comprends pas une personne qui parle et je lui demande de répéter.

Avec des éclats A chaque répétition des informations collectées, nous reconstituons finalement les informations énoncées source, dans l'esprit de cette personne. Le décodage se fait par un vote de confiance plus.

II-5.2 Codage arithmétique :

Les encodeurs arithmétiques traitent le fichier (message) dans son ensemble [18], via Associe un nombre décimal rationnel. Le nombre est compris entre 0 et 1. • Les messages sont représentés par des nombres réels compris entre 0 et 1.

Ce nombre réel est basé sur la probabilité d'apparition de chaque symbole.

A chaque symbole est affecté un intervalle de représentation, cette affectation n'a pas Effets sur la compression et la décompression.

Le codage se fait selon ces principes de base :

Calcule la probabilité associée à chaque symbole de la chaîne à encoder.

Associez à chaque symbole un sous-intervalle proportionnel à sa probabilité, en intervalle [0,1] (l'ordre de l'intervalle sera retenu car il faut décodeur).

Exemple de codage arithmétique :

Codons le mot "ESIPE" à l'aide du codage arithmétique.

La première étape consiste à décompter chaque lettre du mot. Nous avons donc 2 'E', 1 'S', 1 'I' et 1 'P'. Nous en générerons alors une probabilité de présence dans le mot soit 40% de chance de trouver un E et 20% de chance pour les autres lettres. Dernière actions à effectuer pour cette première partie, nous affectons à chaque lettre un intervalle entre 0 et 1 de la manière suivante :

- La lettre 'E' à une probabilité de 40% (soit 0.4). Son intervalle est donc [0,0.4[
- La lettre 'P' a une probabilité de 20% (soit 0.2). Son intervalle est donc [0.4,0.6[
- Etc...

On obtient dès lors le tableau suivant :

Lettre	Probabilité	Intervalle
E	4/10	[0,0.4[
S	2/10	[0.4,0.6[
I	2/10	[0.6,0.8[
P	2/10	[0.8,1.0[

Tableau II-1 : les intervalles des les lettres originale.

Dès lors, tous nombre flottant entre 0.2208 et 0.22208 est le format compressé du mot "ESIPE"

II-5.3 Méthode de codage RLE (Run Length Encoding)

Méthode de compression RLE (Run Length Encoding, parfois notée RLC comme Run codage de longueur) est utilisé par de nombreux formats d'image. c'est basé sur la répétition Éléments consécutifs.

Le raisonnement est d'encoder le premier élément qui donne le nombre de répétitions value puis complétez-le avec la valeur à répéter. Par conséquent, selon ce principe, la chaîne "AAAAAHHHHHHHHHHHH" compressée donne "5A14H".

Le gain de compression est Ainsi de $(19-5)/19$ soit environ 73,7%. En contrepartie pour la chaîne "REELLEMENT", dans Lequel la redondance des caractères est faible, le résultat de la compression donne "1R2E2L1E1M1E1N1T"; la compression s'avère ici très coûteuse, avec un gain négatif valant $(10-16)/10$ soit -60%! En réalité la compression RLE est régie par des règles particulières permettant de compresser Lorsque cela est nécessaire et de laisser la chaîne telle quelle lorsque la compression induit un Gaspillage.

II-5.4 Le codage de Huffman :

En 1952, David Hoffman a inventé une nouvelle méthode de compression appelée Compression de l'arbre de Huffman [20]. Le codage de Huffman crée des codes avec une longueur Variables sur bits entiers .

Le codage de Huffman est basé sur des éléments de données (pixels sur la photo). Le principe est d'utiliser moins de bits pour coder les données Cela arrive plus fréquemment. Les codes sont stockés dans un dictionnaire de codes, qui peut être Construire pour chaque image ou ensemble d'images. Dans tous les cas, le dictionnaire de codes et les données encodées doivent être transmis Le décodage est autorisé .

Pour une source x d'entropie $H(x)$, la longueur moyenne L_H du mot de code est obtenue par Le codage de Huffman vérifie la relation suivante :

$$H(x) \leq L_H < H(x) + 1$$

En général, les codes de Huffman sont utilisés dans la deuxième étape de compression, conjointement avec d'autres techniques de codage. Ces codes permettent des applications de compression telles que la compression d'images sans perte, la compression du texte, la compression du son .[13]

Exemple de codage Huffman :

Soit une source composée d'un alphabet de 8 symboles avec les probabilités données sur le tableau (2.1).

Symbol	A	B	C	D	E	F	G	H
Probabilité	0.01	0.02	0.05	0.09	0.18	0.19	0.21	0.25

Tableau II.2 : Symboles avec leurs probabilités.

II-5.5 Codage entropique :

Le codage entropique (ou codage statistique à longueur variable) est une méthode de codage de source sans perte dont le but est de transformer la représentation d'une source de données pour la compression ou la transmission sur un canal de communication.

Les principaux types de codage entropique sont le codage de Huffman et le codage arithmétique.

Le codage entropique utilise des statistiques sur la source pour construire un code, c'est-à-dire l'application consistant à associer une partie de la source à un mot codé dont la longueur dépend de la statistique. propriétés de la source. Ainsi, des codes de longueur variable sont généralement utilisés, ce qui attribue les mots de code les plus courts aux symboles source les plus fréquents. Le codage entropique provient de la théorie de l'information, traitant de ces codes et de leurs propriétés. L'information à encoder est représentée par une variable aléatoire à valeurs dans un alphabet de taille finie. [14]

Un résultat important est le théorème du codage de source, qui établit la limite à la possibilité de compression, et établit cette limite comme étant l'entropie.

Rappels Théoriques :

Soient A un alphabet et S une suite aléatoire d'éléments de cet alphabet, où chaque élément est Terrain indépendant selon la loi P . Pour tout code C , la valeur attendue du code pour un mot (en bits) La limite inférieure pour n symboles est $n \times H$, où $H = \sum_{a \in A} p(a) \log_2(p(a))$

est l'entropie associée à la Loi de probabilité P .

Par conséquent, une entropie élevée nécessite des encodages plus longs, une entropie faible permet des encodages plus courts Format de poche.

Dans tout algorithme de compression, la notion d'entropie est fondamentale. un bon algorithme La compression doit fournir une représentation des données avec une faible entropie. Codage Le codage de Huffman et le codage arithmétique sont deux types de codage qui peuvent approcher la limite Théorie de l'entropie.

Dans les deux sections suivantes, le test sera classé par ordre alphabétique

$A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ et les fréquences suivantes $F = [0.1, 0.2, 0.3, 0.25, 0.15]$.

II-5.6 code Baudot :

Le code Baudot [bodo] est un premier codage de caractères télégraphiques inventé dans les années 1870 par Émile Baudot, le prédecesseur de l'Alphabet télégraphique international n° 2 (ITA2), le code télégraphique le plus largement utilisé avant l'avènement de l'ASCII. Chaque caractère de l'alphabet est représenté par une série de cinq bits, envoyés sur des canaux de communication tels que des fils télégraphiques ou des signaux radio. La mesure du débit de symboles est appelée baud et est dérivée du même nom. [15]

Les colonnes I, II, III, IV et V du tableau suivant sont des numéros de code ; let. Et les colonnes de la figure montrent les lettres et les chiffres pour les versions continentale et britannique ; et la clé de tri montre le tableau dans l'ordre : Alphabet, Gris et Royaume-Uk .

00	01	02	03	04	05	06	07
NUL	E 3	LF	A -	SP	S '	I 8	U 7
08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
CR	D ENQ	R 4	J BEL	N ,	F !	C :	K <
10	11	12	13	14	15	16	17
T 5	Z +	L >	W 2	H £	Y 6	P 0	Q 1
18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
O 9	B ?	G &	FIGS	M .	X /	V ;	LTRS
Letters		Figures			Control Chars.		

Baudot =

FigureII.6: code Baudot.

:n 1874. En

1876, comme Carl Friedrich Gauss et Wilhelm Weber l'ont suggéré en 1834, il a changé le code à six chiffres en un code à cinq chiffres avec des intervalles d'activation et de désactivation égaux, ce qui permettait la transmission de l'alphabet romain et comprenait des signaux de ponctuation et de contrôle. Le code lui-même n'est pas breveté (seulement la machine) car la loi française sur les brevets ne permet pas de breveter des concepts.

Le code à 5 bits de Baudot convient à l'envoi à partir d'un clavier manuel, et un téléimprimeur n'a jamais été conçu pour être utilisé dans sa forme d'origine. Les mots de passe sont entrés sur un clavier avec seulement cinq touches de type piano, actionnées avec deux doigts de la main gauche et trois doigts de la droite. Une fois les touches enfoncées, elles sont verrouillées jusqu'à ce que les contacts mécaniques de l'unité de distribution transmettent l'alimentation connectée à ce clavier particulier, moment auquel le clavier est déverrouillé, prêt à saisir le caractère suivant, et un clic (appelé "rythme") Signal " " pour alerter l'opérateur. L'opérateur doit maintenir un rythme régulier, généralement 30 mots par minute.

Le tableau "montre l'attribution du code Baudot qui était utilisé par la poste britannique pour les services continentaux et intérieurs. Un certain nombre de caractères du

code continental sont remplacés par des fractions dans le code intérieur. Les éléments de code 1, 2 et 3 sont transmis par les touches 1, 2 et 3, et ceux-ci sont actionnés par les trois premiers doigts de la main droite. Les éléments de code 4 et 5 sont transmis par les touches 4 et 5, et ceux-ci sont actionnés par les deux premiers doigts de la main gauche.

Le code de Baudot est devenu connu sous le nom d'Alphabet télégraphique international n° 1 (ITA1). Il n'est plus utilisé.

II-6 Techniques de compression avec pertes :

La compression avec perte n'est applicable qu'aux données perceptives (audio, image, vidéo), et sa stratégie de réduction de l'information repose sur les caractéristiques du système visuel ou auditif humain. Ces techniques sont donc spécifiques à chaque support. Ces techniques ne sont pas utilisées individuellement, mais combinées pour fournir un système de compression puissant.

II-6.1 Sous-échantillonnage :

Dans les images et les vidéos, il est courant de sous-échantillonner spatialement les composants de chrominance. Étant donné que le système visuel humain est plus sensible aux changements de luminance qu'à la couleur, la suppression de la plupart des informations de couleur n'est que marginalement visible.

II-6.2 Quantification

La quantification est l'étape la plus importante dans la réduction de l'information. Lorsque nous voulons atteindre un débit cible, nous jouons un rôle dans la quantification, en utilisant généralement un modèle débit-distorsion.

Lors d'un codage par transformation (ondelettes ou DCT par exemple), la quantification s'applique sur les coefficients dans l'espace transformé, en réduisant leur précision.

II-6.3 l'ondelette

Conception d'un système de compression d'images basé sur une transformation discrète Ondelettes, les points suivants doivent être pris en considération :

- Fonction ondelette
- Image de test
- Ordre et longueur du filtre
- Complexité de calcul
- Nombre de décomposition

Le choix de l'ondelette utilisée pour la transformation doit être ajusté en fonction du contenu de l'image. Les images à distribution hyper spectrale ne sont pas sensibles à la sélection par ondelettes. Les propriétés de sélection de la fonction d'ondelette de base sont :

- Un support compact, avec une mise en œuvre efficace,
- Symétrie pour éviter les déphasages en compression,
- Orthogonalité, avec des algorithmes rapides,
- Régularité et linéarité, liées à l'ordre et à la longueur du filtre.

II-6.4 DCT :

Il est montré que parmi toutes les transformations orthogonales, celle dont l'optimalité est plus proche que la transformation de karhunen-loeve, est la transformation en cosinus discrète. Cette dernière permet schématiquement de changer d'échelle de mesure, passant d'une échelle définissant un pixel en fonction de sa position en x et en y à une échelle définissant la fréquence d'apparition de ce pixel dans un bloc de pixels.

II-7. Taux de compression :

Le processus de compression d'image vise à représenter une image comme une série de bits Appeler-le Bistream et gardez-le aussi petit que possible. Le taux de compression est un outil Mesuré pour évaluer le degré de compression atteint. c'est le rapport entre les quantités Le nombre de bits utilisés par l'image d'origine et le nombre de bits utilisés par l'image compressée.

Il Donc le calcul est le suivant :

$$\tau = \frac{\text{nombre de bit utilisé pour représenter l' image originale}}{\text{nombre de bit utilisés par l' image compressée}}$$

$$\tau = \frac{N \times M \times B}{\text{nombre de bit du bistream}}$$

Où :

N, M : représentent respectivement le nombre de lignes et le nombre de colonnes de l'image.

B: désigne le nombre de bits utilisés pour la représentation d'un pixel.

Evaluation de la compression

On retrouve dans divers articles sur l'évaluation de la compression Les performances sont difficiles à comparer car elles ne sont pas basées sur Même principe. Il semble donc utile de spécifier une méthode de mesure de la compression Réservé aux experts [Plume, 1993].

Le degré de réduction des données obtenu par la méthode de compression peut être évalué Compresseur défini à l'aide de la formule :

$$Qcomp = \frac{\text{Taille initiale}}{\text{Taille après compression}}$$

Le taux de compression, généralement exprimé en pourcentage, est l'inverse du quotient de Compression

$$Tcomp = \frac{1}{Qcomp}$$

Le gain de compression est également exprimé en pourcentage ; c'est le complément à 1 du taux de compression.

$$Gcomp = 1 - Tcomp$$

Il est montré que parmi toutes les transformations orthogonales, celle dont l'optimalité est plus proche que la transformation de karhunen-loeve, est la transformation en cosinus discrète. Cette dernière permet schématiquement de changer d'échelle de mesure, passant d'une échelle définissant un pixel en fonction de sa position en x et en y à une échelle définissant la fréquence d'apparition de ce pixel dans un bloc de pixels.

II.8. Conclusion :

Ce chapitre décrit plusieurs techniques de codage source, à l'exemple du codage par répétition, Huffman, Arithmétique, Baudot ,RLE et entropique. En fait, toutes ces techniques n'engendrent aucune perte d'information et peuvent, par conséquent, être appliquées à la compression sans perte. Le présent chapitre se termine par la présentation de quatre variantes des deux techniques de codage Huffman et Arithmétique, En plus des types de compressions, Compression sans pertes, Compression avec pertes, Compression presque sans pertes, Compression logique, Compression physique .

Chapitre III

III-1 Introduction

Depuis l'avènement du numérique, la compression d'images est une question centrale dans des domaines de plus en plus nombreux. Des algorithmes standards, comme le l'algorithme des k-moyennes, proposent un moyen de compression des données avec pertes. Par ailleurs, le besoin en matière de compression sans perte se fait ressentir. C'est pourquoi, cette voie de recherche est intensivement explorée et donne naissance à un nombre d'algorithmes très efficaces.

k-moyennes est une méthode qui produisent directement une partition en un nombre fixé de classes. Regrouper n individus en k classes de telle sorte que les individus d'une même classe soient le plus semblables possible et que les classes soient bien séparées [16,17].

Le partitionnement en ***k*-moyennes** (ou ***k-means*** en anglais) est une méthode de partitionnement de données et un problème d'optimisation combinatoire. Étant donnés des points et un entier k , le problème est de diviser les points en k groupes, souvent appelés *clusters*, de façon à minimiser une certaine fonction. On considère la distance d'un point à la moyenne des points de son cluster ; la fonction à minimiser est la somme des carrés de ces distances.

III-2 Domaine d'applications :

- **Traitemen**t de données : traitement électronique des données renvoie à une série de processus qui permettent d'extraire de l'information ou de produire du savoir à partir de données brutes. Ces processus, une fois programmés, sont le plus souvent automatisés à l'aide d'ordinateurs.
- **Reconnaissance d'objets** : identifier des formes pré-décrisées dans une image numérique, et par extension dans un flux vidéo numérique.
- **Traitemen**t d'image : segmentation, compression, Reconnaissance de l'écriture, Recherche d'image par le contenu....
- **Marketing** : segmentation du marché en découvrant des groupes de clients distincts à partir de bases de données d'achats.
- **Environnement** : identification des zones terrestres similaires (en termes d'utilisation) dans une base de données d'observation de la terre.
- **Assurance** : identification de groupes d'assurés distincts associés à un nombre important de déclarations.
- **Planification de villes** : identification de groupes d'habitations suivant le type d'habitation, valeur, localisation géographique.

III-3 Avantages et inconvénients [18]

III-3-1 Avantages

- La méthode résolve une tâche non supervisée, donc elle ne nécessite aucune information sur les données.
- Technique facile à mettre en oeuvre.

- La méthode est applicable à tout type de données (mêmes textuelles), en choisissant une bonne notion de distance.

III-3-1 Inconvénients

- La difficulté de trouver une bonne fonction de distance.
- Un bon choix du nombre k est nécessaire, un mauvais choix de k produit de mauvais résultats.
- La difficulté d'expliquer certains clusters (i.e. attribuer une signification aux groupes constitués).

III-4 Définition

Étant donné un ensemble de points $(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n)$, on cherche à partitionner les n points en k ensembles $\mathbf{S} = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ ($k \leq n$) en minimisant la distance entre les points à l'intérieur de chaque partition :

$$\underset{\mathbf{S}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^k \sum_{x_i \in S_i} (\mathbf{x}_i - \boldsymbol{\mu}_i)^2$$

Où $\boldsymbol{\mu}_i$ est le barycentre des points dans S_i .

III-5 Fonctionnement de l'algorithme K-moyennes (K-Means)

K-moyennes (k-means) est un algorithme itératif qui minimise la somme des distances entre chaque individu et le centroïd. Le **choix initial des centroïdes conditionne le résultat final**. Admettant un nuage d'un ensemble de points, K-moyennes change les points de chaque cluster jusqu'à ce que la somme ne puisse plus diminuer. Le résultat est un ensemble de clusters compacts et clairement séparés, sous réserve de choisir la bonne valeur du nombre de clusters.

L'objectif du K-moyennes (K-means) est de segmenter les données en k -groupes, il faut spécifier avant de lancer l'algorithme combien de clusters ont désiré créer, c'est le paramètre

k [33, 34]. Ensuite, k points sont choisis semi aléatoirement comme centre des clusters. Toutes les instances sont assignées au centre le plus proche d'eux, ceci étant calculé avec la distance euclidienne vue précédemment. Voici un exemple d'initialisation dans la Figure ci dessous avec trois clusters.

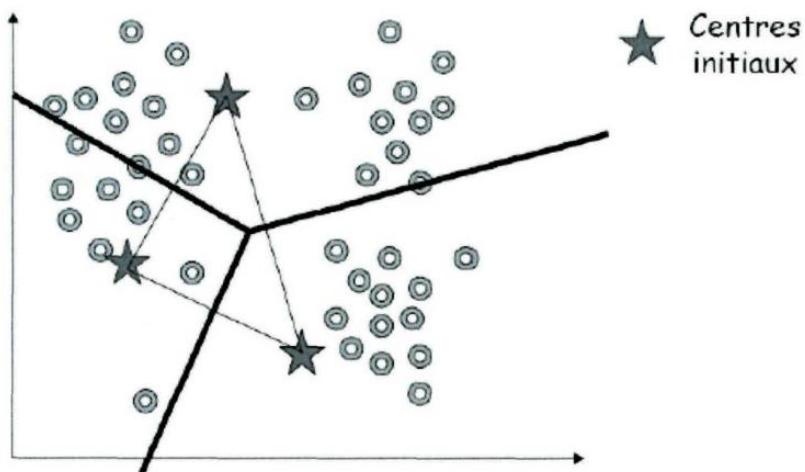


Figure III.1 : Exemple d'initialisation du K-moyennes avec trois clusters

Ensuite les centres de chaque cluster formés sont recalculés par rapport à la position des instances qu'ils contiennent. Puis, les instances sont réassignées à chacun des clusters en fonction de leur distance euclidienne par rapport aux nouveaux centres. Voir la Figure

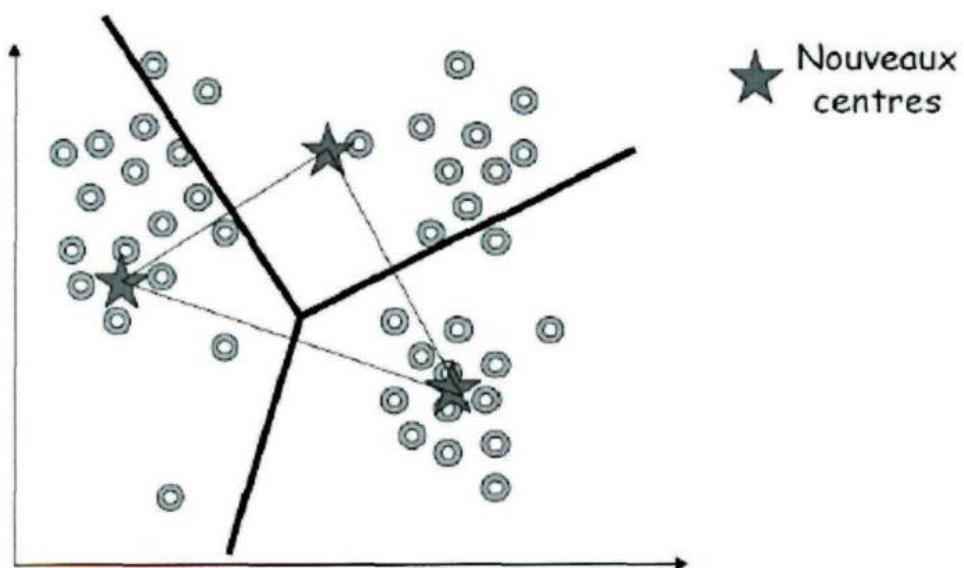


Figure III.2: Mise à jour des centres après une itération de K-moyennes

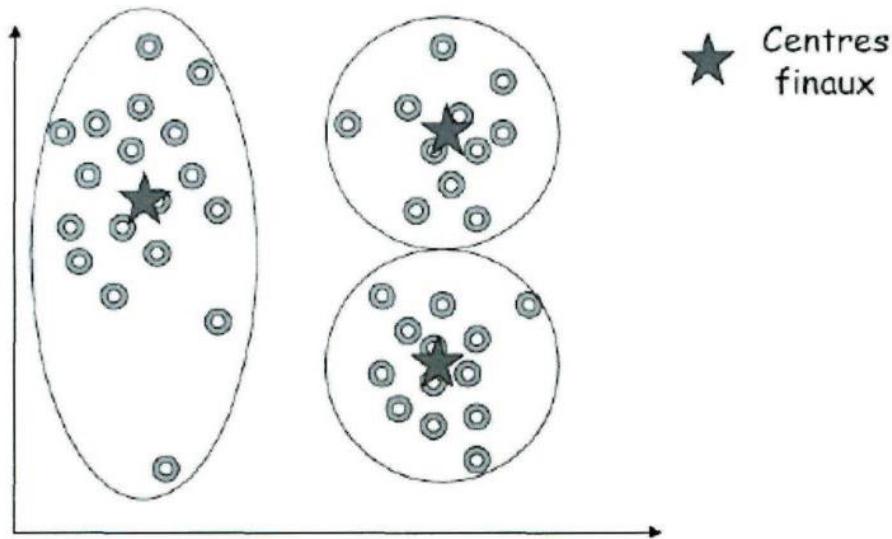


Figure III.3 : Exemples de clusters finaux obtenus avec K-moyennes

Nous venons de voir un exemple d'exécution du K-means avec un jeu de données précis, mais avant de décrire chaque instruction de l'algorithme il est important de définir les variables qui sont utilisées. Soit X un ensemble de données, chacune décrite par P attributs. On nomme « centre de gravité » g de X une donnée synthétique dont chaque attribut est égal à la moyenne de cet attribut dans X : $g = (m_1; m_2, \dots, m_p)$. Soit I_w l'inertie intraclasse où w_t est le poids du groupe G_t . Si toutes les données ont le même poids, le poids d'un groupe est $W_i = \frac{|G_i|}{N}$ avec $|G_i|$ est le cardinal du groupe G_i .

JÉRÉMY LAPALU "FORAGE NON SUPERVISÉ DE DONNÉES POUR LA PRÉDICTION D'ACTIVITÉS DANS LES HABITATS INTELLIGENTS" juin 2013

Exemple

27-51-52-33-45-22-28-44-40-38-20-57

Maximum amplitude = $57 - 20 = 37$

	20	22	27	28	33	38	40	44	45	51	52	57
27	0.19	0.14	0.00	0.03	0.16	0.30	0.35	0.46	0.49	0.65	0.68	0.81
51	0.84	0.78	0.65	0.62	0.49	0.35	0.30	0.19	0.16	0.00	0.03	0.16
52	0.86	0.81	0.68	0.65	0.51	0.38	0.32	0.22	0.19	0.03	0.00	0.14
Min	0.19	0.14	0.00	0.03	0.16	0.30	0.30	0.19	0.16	0.00	0.00	0.14
Aff	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3

Cluster 1 : 20 - 22 - 27 - 28 - 33 – 38

Center=168/6=28

Cluster 2 : 38,40,44,45,51

Center= 45

Cluster 3 : 52,57 Center= 54.5

	20	22	27	28	33	38	40	44	45	51	52	57
28	0.22	0.16	0.03	0.00	0.14	0.27	0.32	0.43	0.46	0.62	0.65	0.78
45	0.68	0.62	0.49	0.46	0.32	0.19	0.14	0.03	0.00	0.16	0.19	0.32
54. 5	0.93	0.88	0.74	0.72	0.58	0.45	0.39	0.28	0.26	0.09	0.07	0.07
Min	0.22	0.16	0.03	0.00	0.14	0.19	0.14	0.03	0.00	0.09	0.07	0.07
Aff	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3

Cluster 1 : 20 - 22 - 27 - 28 - 33 Center=26

Cluster 2 : 33,38,40,44,45,51 Center= 41.75

Cluster 3 : 51,52,57 Center= 53.33

L'algorithme *K-moyennes* est en 4 étapes :

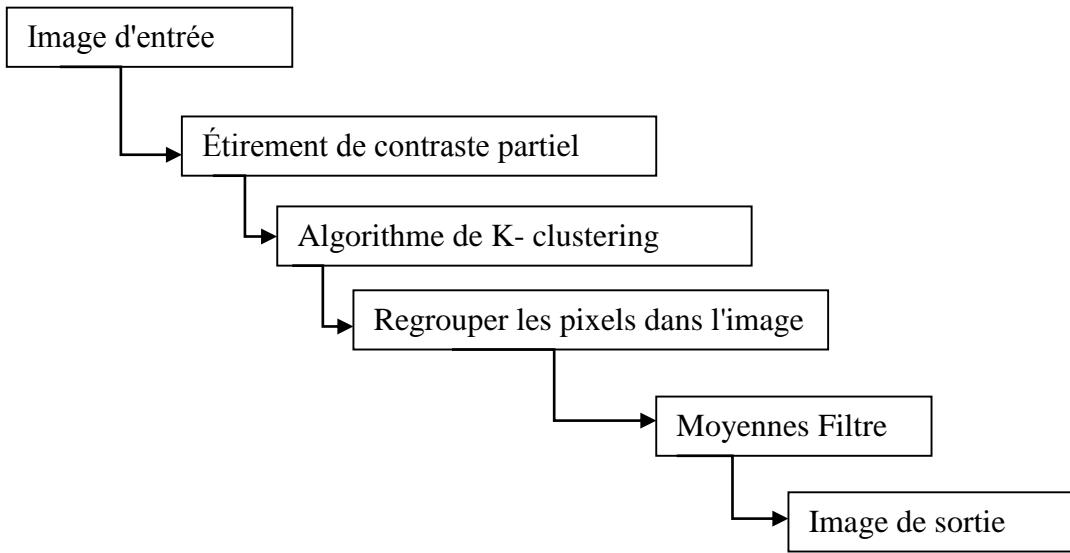
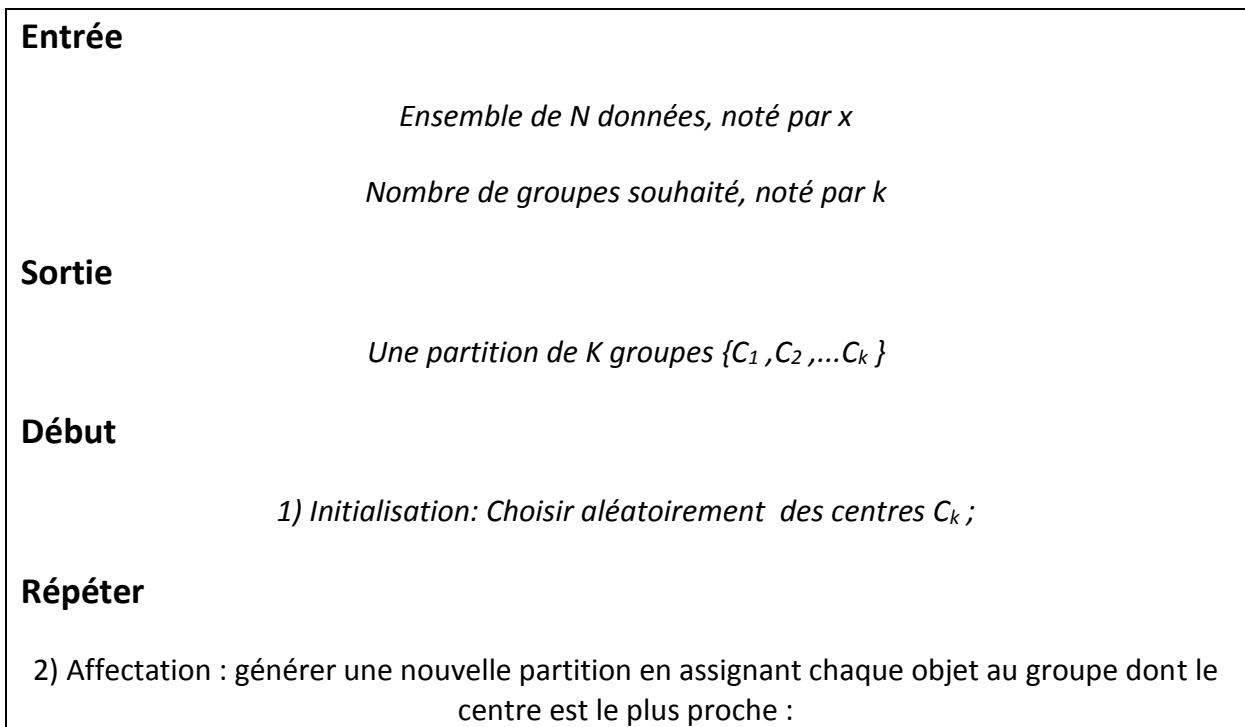


Figure III.4 : Schéma fonctionnel de l'algorithme K-moyennes

III-5-1 Principe algorithmique



Affecter chaque point (élément de la matrice de donnée) au groupe dont il est le plus proche au son centre

Recalculer le centre de chaque cluster et modifier le centroïde

$$x_i \in c_k \text{ si } \forall j |x_i - \mu_k| = \min |x_i - \mu_j| \quad (1)$$

Avec μ_k le centre de la classe K ;

3) *Représentation :*

Recalculer le centre de chaque cluster et modifier le centroïde ;

$$\mu_k = \frac{1}{N} \sum_{x \in c_k} x_i \quad (2)$$

Jusqu'à convergence de l'algorithme vers une partition stable ;

Fin.

III-6 K-moyennes (K-means) sur Pixels

l'algorithme proposée dans ce travail (Le code) suivant charge d'abord l'image (*Test 01: l'image "bird_small.png"*), puis la remodèle pour créer une matrice $m \times 3$ de couleurs de pixels (où $m=16384=128 \times 128$), et appelle la fonction "K-means".

Après avoir trouvé les $K = 32$ couleurs supérieures pour représenter l'image, chaque position de pixel peut maintenant être affectée à son centroïde le plus proche à l'aide de la fonction `findClosestCentroids`. Cela permet de représenter l'image originale en utilisant les affectations de centroïde de chaque pixel. Notez que le nombre de bits requis pour décrire l'image a été considérablement réduit. L'image d'origine nécessitait 24 bits pour chacun des emplacements de 128×128 pixels, ce qui donne une taille totale de $128 \times 128 \times 24 = 393\,216$ bits. La nouvelle représentation nécessite un stockage supplémentaire sous la forme d'un dictionnaire de 32 couleurs, chacune nécessitant 24 bits, mais l'image elle-même ne nécessite alors que 5 bits par emplacement de pixel. Le nombre final de bits utilisés est donc de

$32 \times 24 + 128 \times 128 \times 4 = 65920$ bits, ce qui correspond à compresser l'image d'origine d'un facteur 6 environ.

Enfin, les effets de la compression peuvent être visualisés en reconstruisant l'image en se basant uniquement sur les affectations de centroïde. Plus précisément, chaque emplacement de pixel peut être remplacé par la moyenne du centre de gravité qui lui est attribué. Même si l'image résultante conserve la plupart des caractéristiques de l'original, nous voyons également des artefacts de compression.

III-6-1 Logiciel de l'implémentation :

Le logiciel Matlab constitue un système de calcul numérique et de visualisation graphique interactif et convivial. Convient aux ingénieurs, techniciens et scientifiques. C'est un outil largement utilisé par les universités et l'industrie. Il intègre des centaines de Fonctions mathématiques et analyse numérique (traitement du signal, traitement d'image, Visualisation graphique, etc.).

III-6-2 Matériel utilisé :

L'algorithme mentionné est implémenté sous Matlab 2010a avec un PC Intel(R) Core (TM) i3- CPU ; 2.20GHz PC : 4Go de RAM utilisant.

III-7 Paramètres d'évaluation :

Les paramètres les plus couramment utilisés dans le domaine de la compression d'images; témoigner La qualité de l'image et la quantité de mémoire qu'elle occupe comprend le rapport signal / bruit de crête (PNSR), le taux de compression Rc (Bpp: bits par pixel) / gain de compression et le temps de compression / décompression

III-7-1 Taux de compression:

Une mesure courante pour déterminer le degré de compression obtenu est le taux decompression CR. Il est défini par :

$$CR = \frac{\text{Nombre de bits de fichier originale}}{\text{Nombre de bits de fichier compressé}}$$

Gain de compression:

$$G = \frac{\text{TailleInitiale} - \text{Taille_Finale}}{\text{TailleInitiale}}$$

- **Rapport signal à bruit en pic PSNR (Peak Signal to Noise Ratio):**

PSNR (Pic Signal to Noise Ratio) , il se mesure en décibel (dB) :

$$PSNR = 10 \times \log_{10} \left(\frac{d^2}{EQM} \right)$$

Où "d" est la dynamique du signal (la valeur maximum possible pour un pixel), dans le cas standard d'une image codée sur 8-bits, d=255,

$$EQM = \frac{1}{n * m} \sum_1^m \sum_1^n (I(i,j) - Ir(i,j))$$

- N × M : Taille de l'image
- I (i, j) : Un pixel de l'image originale
- Ir (i, j) : Un pixel de l'image reconstruite

La valeur typique du PSNR varie entre 20 dB et 40 dB.

III-7-2 Temps de calculs:

La limite de temps est un facteur clé dans l'évaluation des performances de toute méthode de compression, et elle se résume au calcul du temps nécessaire pour compresser et décompresser une image. Selon l'application cible de la compression (transmission ou archivage), cette contrainte est plus ou moins imposée. En fait, dans les applications de transmission, il est dommage que le temps gagné en réduisant la taille des données à transmettre soit inférieur au temps de compression et de décompression. Cependant, cette qualité est moins importante dans les applications conçues pour archiver des données.

Test 01: l'image "bird_small.png"

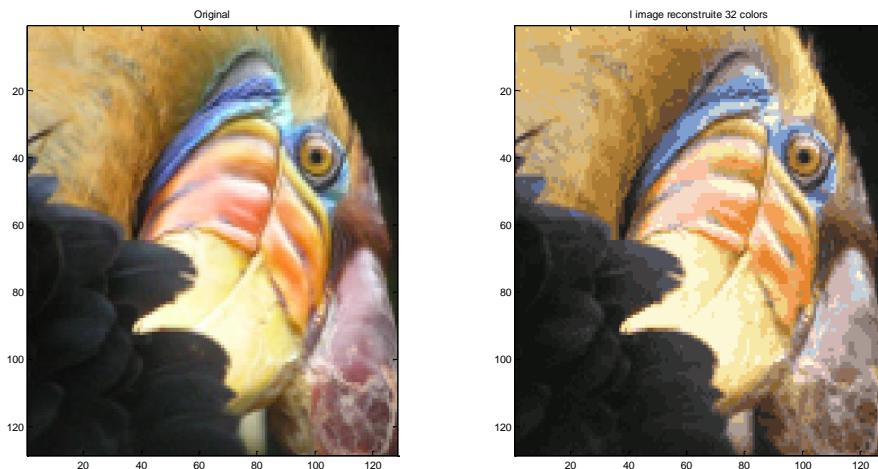


Figure III.5 : représente une image originale et image reconstruite

Taille de l'image (128 *128 * 3)

Le tableau suivant montre les paramètres d'évaluation d'une image

Temps de compression	50.619568 seconds .
Taux de compression	7.17%
Gain de compression	86.05%
PSNR	27.3557 db
Taille de l'image originale	32.2 ko
Taille de l'image reconstruite	4.49 ko

Table III.1 : représente Paramètres d'évaluation de test 01.

Test 02: l'image "horse.jpg"

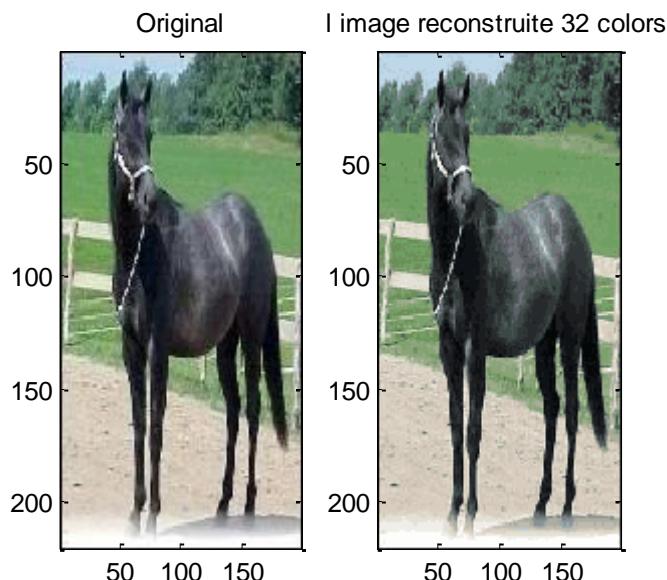


Figure III.6 : représente une image originale et image reconstruite

Taille de l'image (198* 220 * 3)

Temps de compression	138.932006seconds.
Taux de compression	7.98%
Gain de compression	87.47 %
PSNR	34.3195 db
Taille de l'image originale	11.1 ko
Taille de l'image reconstruite	1.39 ko

Table III.2 : représente Paramètres d'évaluation de test 02

Test 03: l'image "GreatBarrierReef.jpg"

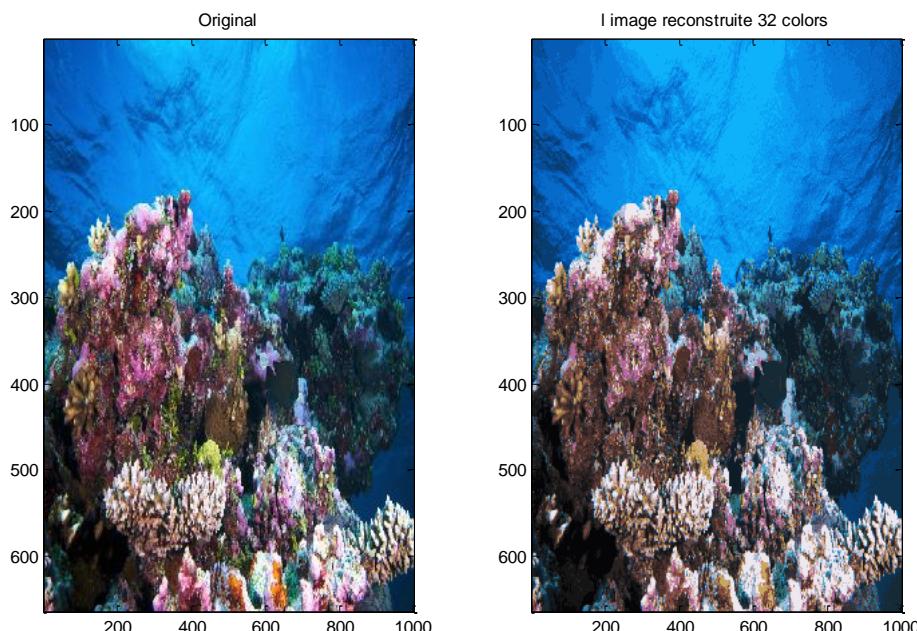


Figure III.7 : représente une image originale et image reconstruite

Taille de l'image (1000*663 * 3)

Temps de compression	3000. 932006 seconds.
Taux de compression	7.53 %
Gain de compression	86.72 %
PSNR	24.9350 db
Taille de l'image originale	1175 ko
Taille de l'image reconstruite	156 ko

Table III.3 : représente Paramètres d'évaluation de test 03

Test 04: l'image " la ville de ghardaïa"



Figure III.8 : représente une image originale et image reconstruite

Taille de l'image (331 *152 * 3)

Temps de compression	160.122570 seconds.
Taux de compression	9.25 %
Gain de compression	89.19 %
PSNR	29.1871 db
Taille de l'image originale	13.7 ko
Taille de l'image reconstruite	1.48 ko

Table III.4 : représente Paramètres d'évaluation de test 04

Test 05: l'image " Université de Ghardaia"



Figure III.9 : représente une image originale et image reconstruite

Taille de l'image (344* 146 * 3)

Temps de compression	161.087089 seconds
Taux de compression	5.33%
Gain de compression	81.25 %
PSNR	30.7809
Taille de l'image originale	8 ko
Taille de l'image reconstruite	1.5 ko

Table III.5 : représente Paramètres d'évaluation de test ...

Conclusion :

Dans l'ensemble, on peut dire que la méthode proposée donne de très bons résultats. D'une part la qualité du point de vue de l'image reconstruite et Un autre aspect est la compression.

Dans ce chapitre, nous développons un algorithme itératif qui minimise la somme des distances entre chaque individu et l'analyse de la texture centroïde grâce à la cooccurrence et aux indices de Haralick et à l'algorithme de clustering K-means.

Conclusion générale

Le but de la compression d'image est de réduire la taille et d'économiser de l'espace disque. Dans ce travail, nous examinons différentes méthodes de compression d'images, mais les algorithmes de compression sont spécifiques à certains types d'images, comme les fichiers image que nous voyons dans notre projet de fin d'études.

Dans le chapitre 1, nous avons étudié le concept d'images. Nous avons déjà mentionné les fonctionnalités d'image et leurs différents types tels que PNG, GIF et Tiff et jpeg.

Dans le chapitre 2, nous étudions diverses méthodes de compression sans et avec perte d'information, et nous proposons les codages de compression suivants : Huffman, Arithmetic, RLE.

Dans le chapitre précédent, nous avons mené une étude de performance sur la méthode k-moyennes de calcul numérique et de visualisation graphique interactif et convivial, sous différentes conditions de compression dues à différentes fonctions prédéfinies sur MATLAB.

Enfin, des recherches que nous avons effectuées dans le cadre du projet expérimental de fin d'apprentissage, nous déduirons que le domaine de la compression est encore un sujet de recherche, dans le but d'atteindre une compression optimale en termes de temps de compression, de débit et toujours en le milieu en termes de qualité des images reconstruites État de fonctionnement. La transformée en ondelettes est encore une méthode à développer et à améliorer afin d'obtenir de meilleurs résultats par rapport aux méthodes existantes.

Références bibliographiques

[1] : Lasgaa Ismail ' Synthèse et Etude comparative sur les méthodes de compression d'images DCT et DWT ', MEMOIRE, Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen , 02/05/2018

[2] : <http://thesis.univ-biskra.dz/2271/6/Chapitre%2003.pdf>

[3] : KARIM MEZZOUG : ' TRAITEMENT ET ANALYSE DES IMAGES NUMERIQUES' , COURS, 2019/2020

[4] : <https://patrick-bonnin.developpez.com/cours/vision/Bases-du-Traitement-Image/Chap1/>

[5] Lasgaa Ismail : " Synthèse et Etude comparative sur les méthodes de compression d'images DCT et DWT " . 2018

[6] TOUNSI Billal et ZIDOUNE Halim : " Compression de données " . 2016

[7] Kasmi Reda ,Asradj Zahir : "Compression d'images : Comparaison entre la méthode DCT et les ondelettes ". 2019

[8] <https://images.math.cnrs.fr/pdf2006/LePennec.pdf>

[9][Online] <https://www.01net.com/actualites/comment-ca-marche-la-compression-dimage-295744.html>

[10] [Online] http://www.plateformedoseo.com/?page_id=34

[11] [Online] https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/414616#Compression_presque_sans_perte

[12] [Online] <https://blog.univ-angers.fr/compresserdecompresserblog/compresser/compression-images/>

[13] Brahim ABDI : " Compression d'images sans perte par la méthode du codage prédictif ". 2021

[14] [Online] [Codage entropique - Définition et Explications \(techno-science.net\)](https://techno-science.net/Codage_entropique - Définition et Explications)

[15] [Online] [Code Baudot - fr.wikirealz.com](https://fr.wikirealz.com/Code_Baudot)

[16]] Lamri Laoumer : "Approche exploratoire sur la classification appliquée aux images", Mémoire , Université du Québec à Trois-Rivières , Avril 2006

[17] Licence Professionnelle Géomatique et Environnement : "TRAITEMENT NUMÉRIQUE DES IMAGES Classifications non supervisées"

[18] **Kateb Nabila** "Une approche multi agents pour Le Data Mining." **MEMOIRE** Master en informatique, Université Oum El Bouaghi,2011

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa
FACULTÉ SIENCE ET
TECHNOLOGIE
Department of Automatics and
Electromechanics



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة غرداية
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الآلة والكهربو ميكانيك

غرداية في:....

شهادة تصحيح

يشهد الأستاذ (ة) : لويز بسن..... الصفة في لجنة المناقشة/القيم جسم حمراء

يصنفه عضوا في لجنة مناقشة /لجنة التقييم الطالب:(ة) :

AOUAF HABSEN..... ; BOUCHERAGHEM N. C. E. K.

تخصص : Automatiques et Système.....

عنوان :

.....
.....
.....
.....

تاریخ المناقشة/القيم :
أن الطالب:(ة) إلتزم:(ة) بجمع الملاحظات المقدمة في طرف اللجنة وأن المذكورة قابلة للإيداع النهائي

رئيس القسم

إمضاء الأستاذ (ة) المكلف(ة) بمتابعة التصحيح

