



Technologie Multimédia

Chapitre4: Introduction à la compression des images

1. Généralités

- Une image numérique (ou discrète) est une image constituée d'un nombre fini de points.
- **Point = pixel (picture element)**
- **Définition :** dimension de l'image en pixel
- **Résolution :** nombre de pixel sur une unité de surface (point par pouce)
- **Profondeur :** nombre de bit représentant un pixel de l'image

3

1. Généralités



Mode de stockage des images

Bitmap : c'est le mode de représentation le plus utilisé car il permet a priori de représenter tout type d'image

Vectoriel : l'image est stockée sous la forme d'une définition mathématique (cercle = position du centre + rayon + ...)

Taille d'un fichier image:

La taille d'un fichier image non compressé est donnée par : $T = DP$

D : définition (taille) de l'image, P : profondeur de l'image

4

2. Compression de données



La **compression de données** a pour but de réduire l'espace nécessaire à la représentation d'une certaine quantité d'information.

Compression non destructive : pas de perte d'information.
On parle de **compactage**

Compression destructive : perte d'information

5 2. Compression de données

Evaluation de la compression et des pertes

→ Quotient de compression : $Q = \frac{\text{Taille_Initiale}}{\text{Taille_Finale}}$

→ Taux de compression : $T = \frac{1}{Q}$

→ Gain de compression : $G = 1 - T = \frac{\text{Taille_Initiale} - \text{Taille_Finale}}{\text{Taille_Initiale}}$



6 2. Compression de données

Evaluation de la compression et des pertes

→ EQM : Erreur Quadratique moyenne ([mean squared error](#))
Entre deux images A et B de même taille MxN

$$EQM = \frac{1}{M * N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (A(i, j) - B(i, j))^2$$



FSG
كلية العلوم
Faculté des Sciences de Gabès

7 2. Compression de données

Qu'est ce qu'une bonne compression ?

Un algorithme performant de compression possède un gain de compression maximal et une erreur quadratique moyenne minimale

G↑ & EQM↓

ATTENTION : compte tenu des information effectivement perçues par notre œil, il est possible d'avoir à la fois une image de "qualité" et une EQM importante !

FSG
كلية العلوم
Faculté des Sciences de Gabès

8 3. Techniques de compression non-destructives

- RLE (Run-Length Encoding)
- Méthodes statistiques
 - Théorie de l'information
 - Codage de Huffman
 - Codage arithmétique
- Méthodes par dictionnaire

9 3. Techniques de compression non-destructives

RLE (Run-Length Encoding)

Principe

Si une donnée **d** apparaît **n** fois consécutivement dans le flux d'entrée, remplacer les n occurrences par la paire "**n d**".

Exemple :

ABBBBCAAACCC --> 1A 4B 1C 3A 3C (sans les espaces)

Gain de compression :

$$G = (12-10)/12 = 16,7\%$$

10 3. Techniques de compression non-destructives

RLE (Run-Length Encoding)

Application aux images monochromes

Deux couleurs possibles : N (0) & B (1)
ex: 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0 ...

On suppose que la couleur de départ est le noir. On compresse alors uniquement en indiquant le nombre de pixels N ou B successifs

ex : Image originale : [0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0]
Image compressée en RLE : [(3, 0), (3, 1), (3, 0)]



FSG
كلية العلوم والفنون
Faculté des Sciences de Gabès

13 Techniques de compression non-destructives

RLE (Run-Length Encoding)

Application aux images en niveau de gris

ex : Image possédant une profondeur de 8 bits :


... 12, 12, 12, 12, 12, 35, 76, 112, 67, 87, 87, 87, 87 ...

codée en :

5 12 35 76 112 67 4 87 ou bien...

5 12 1 35 1 76 1 112 1 67 4 87

Comment distinguer ces nombres ?

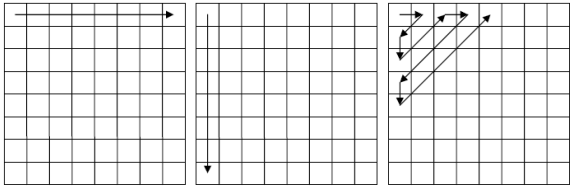


FSG
كلية العلوم والفنون
Faculté des Sciences de Gabès

12 Techniques de compression non-destructives

RLE (Run-Length Encoding)

Comment parcourir l'image ?



Codage suivant l'axe des X Codage suivant l'axe des Y Codage ZIG ZAG

13 Techniques de compression non-destructives

RLE (Run-Length Encoding)

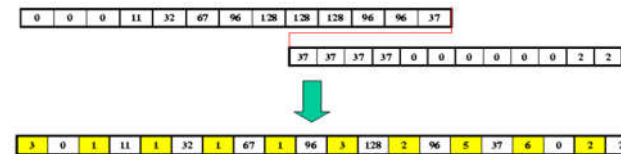
Application sur le format BMP (codage sur 8 bits, RGB)

- Les pixels compressés sont organisés par paire d'octets :
04 02 = 02 02 02 02
- La valeur **00** est un caractère d'échappement, et sa signification dépend de l'octet suivant :
- **00 00** = eol (end of line)
- **00 01** = eni (end of image)
- **00 02** = saut dans l'image. Les 2 octets suivants indiquent le nombre de ligne et de colonne.
- **00 XX** = XX raw pixels. Les XX octets suivants sont les valeurs des pixels.

14 Techniques de compression non-destructives

RLE (Run-Length Encoding)

Application sur le format BMP (codage sur 8 bits, RGB)



Avantage

- Algorithmes de compression et décompression très **simples** et **rapides**.

Limites

- Efficace seulement pour nombreuses et longues plages constantes.
 - Cas des images de synthèse simples ; peu adapté aux photos.
 - Utilisé *ponctuellement* dans de nombreux formats (BMP, JPG, TIFF, PCX).

3. Techniques de compression non-destructives

15

Méthodes statistiques

Le code de Huffman

Le principe créer une structure d'arbre composée de nœuds. Chaque nœud de l'arbre représente un symbole, et le poids d'un nœud est égal à la fréquence de son symbole correspondant.

Les nœuds feuilles de l'arbre représentent les symboles de la source, et les nœuds internes représentent des groupes de symboles.

Les symboles les plus fréquents sont représentés par les nœuds les plus proches de la racine de l'arbre, tandis que les symboles les moins fréquents sont représentés par les nœuds les plus éloignés de la racine de l'arbre.

Méthode : construction d'un arbre (binaire, dans le cas d'un code binaire)

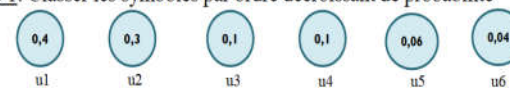
3. Techniques de compression non-destructives

16

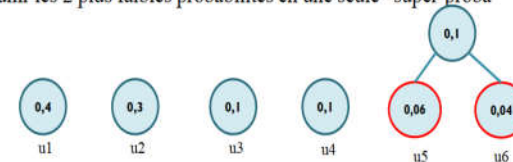
Soit une source émettant les symboles u_1, \dots, u_6 , avec des probabilités de 0.4, 0.3, 0.1, 0.1, 0.06 et 0.04 respectivement.

Phase 1 : Construction de l'arbre.

Etape 1: Classer les symboles par ordre décroissant de probabilité



Etape 2: Réunir les 2 plus faibles probabilités en une seule "super-proba"



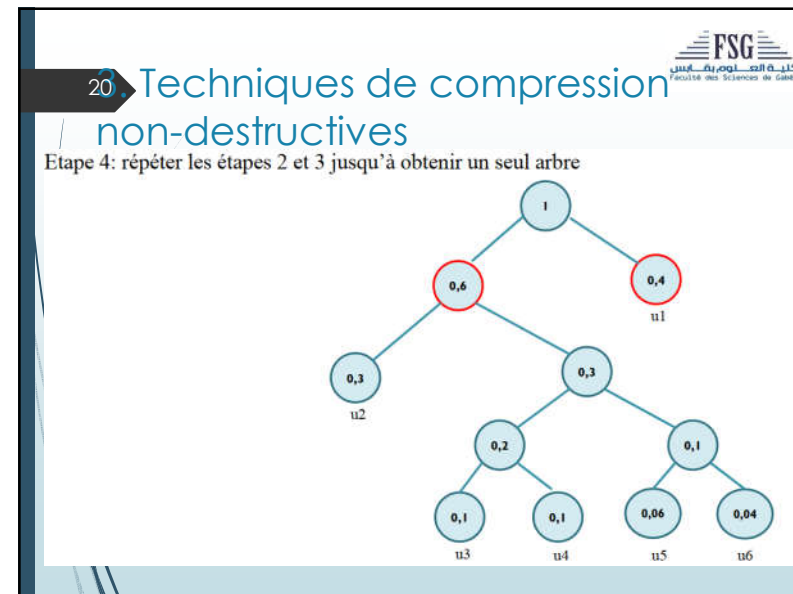
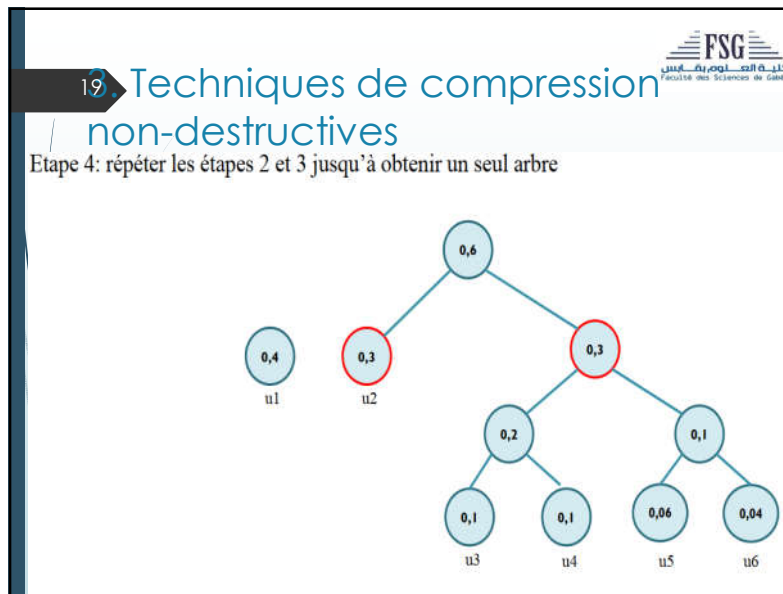
17 Techniques de compression non-destructives

Etape 3: Réordonner la table de poids par poids décroissants

Etape 4: répéter les étapes 2 et 3 jusqu'à obtenir un seul arbre

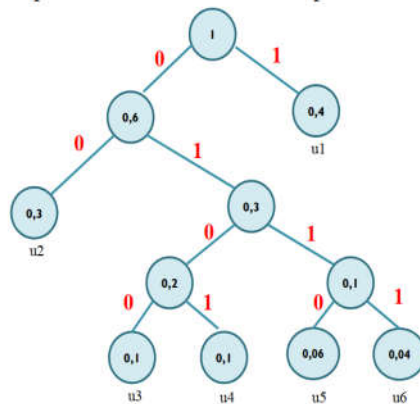
18 3. Techniques de compression non-destructives

Etape 4: répéter les étapes 2 et 3 jusqu'à obtenir un seul arbre



21 Techniques de compression non-destructives

Phase 2 : Construction du code à partir de l'arbre obtenu dans la phase 1.

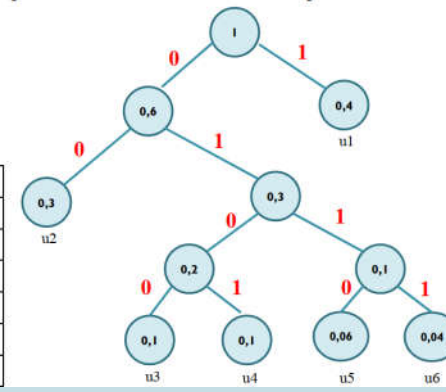


22 Techniques de compression non-destructives

Phase 2 : Construction du code à partir de l'arbre obtenu dans la phase 1.

Lecture du codage obtenu,
du haut vers le bas

Symbole	Probabilité	Code
u1	0,4	"1"
u2	0,3	"00"
u3	0,1	"0100"
u4	0,1	"0101"
u5	0,06	"0110"
u6	0,04	"0111"



23 Techniques de compression non-destructives

Symbole	Probabilité	Nombre de bits (avant compression)	Nombre de bits (après compression)
u1	0,4	8	1
u2	0,3	8	2
u3	0,1	8	4
u4	0,1	8	4
u5	0,06	8	4
u6	0,04	8	4

Poids avant compression : 48 bits;

Poids après compression : 19 bits

24 Techniques de compression non-destructives

Méthodes statistiques

Le code de Huffman

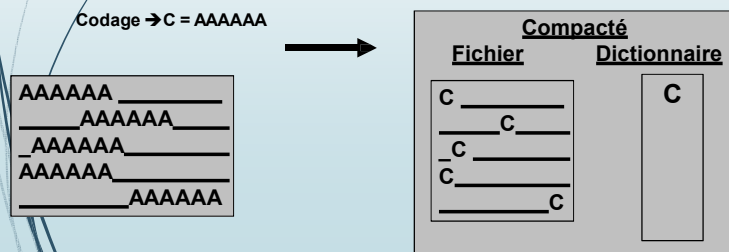
Conclusion

- Technique de codage très souvent utilisée comme "surcouche" à d'autres méthodes de compression (ex: images TIFF, JPEG, ou MPEG, ...)
- Mais ... elle nécessite la connaissance préalable des probabilités d'apparition des symboles de source.

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

- Les algorithmes de type dictionnaire établissent un **dictionnaire** des termes employés dans un fichier, termes qui peuvent être de taille quelconques, et on leur associe un code de taille moins importante.
- Le fichier compacté est composé du dictionnaire et du fichier où les termes sont remplacés par les codes.



3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

Ces méthodes ont été introduites par **A. Lempel** et **J. Ziv** dans les années 70. On parle aujourd'hui couramment de **méthodes LZ**.

L'idée principale est de remplacer le symbole à coder par son **index (code)** qui le représente dans le dictionnaire.

Ce dictionnaire peut être **statique et connu à l'avance**, ou **dynamique, construit au fur à et à mesure de la compression**.

Le **contenu de** ce dictionnaire conditionne complètement les performances de la compression.

26

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

Cette méthode utilise deux passes. Chaque passe comporte trois étapes. La figure détaille chaque étape.

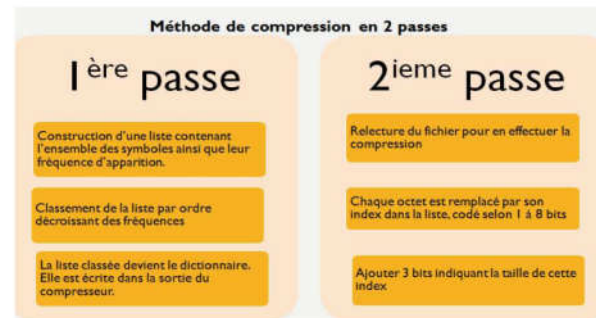


Figure 4.2 Etapes de compression par approche dictionnaire statique

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

Exemple de compression

Appliquer la compression par dictionnaire statique à la chaîne « CITRONTRESCONTRIT »

Première passe : construction du dictionnaire

Etape 1 : liste de symbole avec fréquence		Etape 2 : classement de symbole selon fréquence		Etape 3 : dictionnaire		
Car	freq	Car	freq	Car	freq	Code
C	2	T	4	T	4	0
I	2	R	3	R	3	1
T	4	C	2	C	2	00
R	3	I	2	I	2	01
O	2	O	2	O	2	10
N	2	N	2	N	2	11
E	1	E	1	E	1	000
S	1	S	1	S	1	001

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

Deuxième passe : construction du code

Etape 1 : Lecture symbole par symbole	Etape 2 : remplacement du symbole par son code	Etape 3 : ajout de la longueur du code
CITRONT...	00 01 0	00100001010000

Etape 3 : dictionnaire

Car	freq	Code
T	4	0
R	3	1
C	2	00
I	2	01
O	2	10
N	2	11
E	1	000
s	1	001

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire: LZ

Exemple: séquence de pixels en niveau de gris compressés par LZ ainsi que le dictionnaire employé.


0000000100111010111000100110

Essayer de décompresser cette suite de valeur sachant que chaque index (code) est précédé de 3 bits indiquant la taille de cet index

Dictionnaire :

code	ndg
"0"	132
"1"	177
"11"	72
"10"	35
...	...
"111"	59

30



 كلية العلوم والفنون
 Faculté des Sciences de Gabès

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire


Exemple: séquence de pixels en niveau de gris compressés par LZ ainsi que le dictionnaire employé.

0000000100111010111000100110

Dictionnaire :
Longueur de l'index = 1

code	ndg
"0"	132
"1"	177
"11"	72
"10"	35
...	...
"111"	59

31



 كلية العلوم والفنون
 Faculté des Sciences de Gabès

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

Exemple: séquence de pixels en niveau de gris compressés par LZ ainsi que le dictionnaire employé.

0000000100111010111000100110

code de l'index = 0

Dictionnaire :

code	ndg
"0"	132
"1"	177
"11"	72
"10"	35
...	...
"111"	59

Image :
132

32

3. Techniques de compression non destructives

Méthodes Par dictionnaire

Exemple: séquence de pixels en niveau de gris compressés par LZ ainsi que le dictionnaire employé.

0000000001111010111000100110

Dictionnaire :
Longueur de l'index = 1

code de l'index = 1

Image :

132 177

Dictionnaire :

code	ndg
"0"	132
"1"	177
"11"	72
"10"	35
...	...
"111"	59

33

3. Techniques de compression non destructives

Méthodes Par dictionnaire

Exemple: séquence de pixels en niveau de gris compressés par LZ ainsi que le dictionnaire employé.

0000000100111010111000100110

Dictionnaire :
Longueur de l'index = 2

code de l'index = 11

Image :

132 177 72

Dictionnaire :

code	ndg
"0"	132
"1"	177
"11"	72
"10"	35
...	...
"111"	59

34

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

Exemple: séquence de pixels en niveau de gris compressés par LZ ainsi que le dictionnaire employé.

000000010011101011000100110

Dictionnaire :
Longueur de l'index = 3

code de l'index = 111

Image :

132 177 72 59

Dictionnaire :

code	ndg
"0"	132
"1"	177
"11"	72
"10"	35
...	...
"111"	59

35

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

Exemple: séquence de pixels en niveau de gris compressés par LZ ainsi que le dictionnaire employé.

0000000100111010111000100110

Dictionnaire :
Longueur de l'index = 1

code de l'index = 1

Image :

132 177 72 59 177 11

Dictionnaire :

code	ndg
"0"	132
"1"	177
"11"	72
"10"	35
...	...
"111"	59

36

3. Techniques de compression non-destructives

Méthodes Par dictionnaire

Exemple: séquence de pixels en niveau de gris compressés par LZ ainsi que le dictionnaire employé.

000000010011101011100010010

Dictionnaire :

Longueur de l'index = 2

code de l'index = 10

Image :

132 177 72 59 177 35

Dictionnaire :

code	ndg
"0"	132
"1"	177
"11"	72
"10"	35
...	...
"111"	59

37

3. Techniques de compression non-destructives

Code	Intensité
0	132
1	177
11	72
10	35
111	59

Le schéma de décompression est :

Code	000	0	000	1	001	11	010	111	000	1	001	10
Index	1		1		2		3		1		2	
Message	132		177		72		59		177		35	



 كلية العلوم والفنون

 Faculté des Sciences de Guelma

4. Techniques de compression destructives

Généralité

- ❑ Ces techniques de compression sont avec pertes d'information.
- ❑ Ces méthodes permettent de retrouver une **approximation** de l'image numérique.
- ❑ Les pertes sont **généralement** indétectables à l'œil nu
- ❑ Les méthodes de compression les plus souvent utilisées sont : la norme JPEG (Joint Photographic Expert Group), la compression par ondelettes, Transformation en Cosinus Discrète (TCD) , l'utilisation des fractales,...

39



 كلية العلوم والفنون

 Faculté des Sciences de Guelma

4. Techniques de compression destructives

Principe fondamental


Etant donné un pixel, il y a de forte chance que ses voisins possèdent la même couleur, ou du moins une couleur similaire

Les techniques de compression avec perte sont donc basées sur le fait que les niveaux de gris de pixels voisins sont **fortement corrélés (reliés)**.

On parle alors de redondance (répétition) spatiale.

C'est cette corrélation qui permet la compression.

40



 كلية العلوم والفنون
 Faculté des Sciences de Gabès

4. Techniques de compression destructives

Premières méthodes intuitives

Sous échantillonnage : on ignore simplement certains pixels. Les effets sur l'image sont très visibles (grande perte de détails) : cette méthode simple est très peu utilisée.

Sous échantillonnage des couleurs : notre œil est moins sensible aux variations de chrominance que de luminance. Les deux chrominances sont sous-échantillonnées d'un facteur 2, conduisant à une réduction de 50% de la taille du fichier.

41



 كلية العلوم والفنون
 Faculté des Sciences de Gabès

3. Techniques de compression destructives

■ JPEG (Joint Photographic Experts Group)

Le JPEG (Joint Photographic Experts Group) n'est pas un nom de fichier, mais **une méthode de compression**.

C'est aujourd'hui une des méthodes de compression les plus utilisées, notamment grâce aux forts taux de compression qu'elle est capable d'atteindre.

42

3. Techniques de compression destructives



JPEG (Joint Photographic Experts Group): mesure de la distorsion

EQM

- On calcule l'erreur quadratique moyenne (EQM) entre l'image originale et celle reconstruite après la compression.

$$EQM = \frac{1}{M * N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (A(i, j) - B(i, j))^2$$

- Tel que M et N représentent les dimensions de l'image.
A : Image avant compression
B : Image après décompression

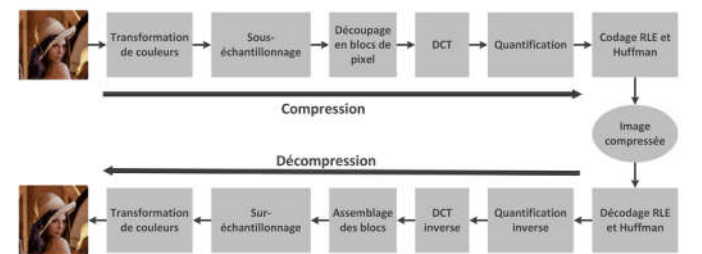
La reconstitution de l'image est plus performante quand cette mesure est plus petite.

43

4. Techniques de compression destructives



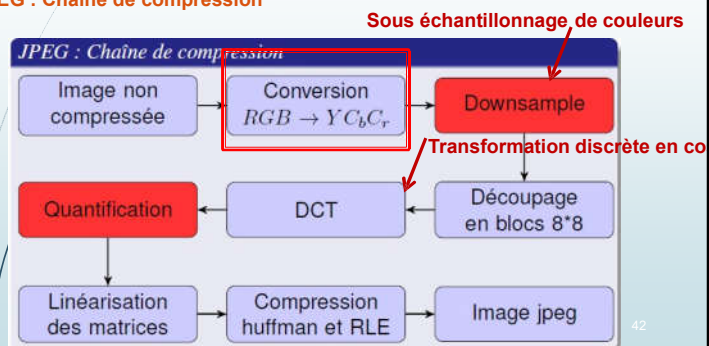
JPEG : Chaîne de compression



42

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Chaîne de compression



42

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Conversion RGB → YCbCr

Transformation de couleurs

La première étape consiste à passer du modèle initial des couleurs de l'image (souvent RVB) en modèle de type chrominance/luminance (YCrCb).



Ce modèle définit un pixel en fonction de sa luminance (intensité de la couleur) et de deux informations de chrominance (la couleur du pixel).

Cette étape va permettre de préparer la prochaine étape : le sous-échantillonnage.

Cette conversion permet une compression meilleure sans réduire considérablement la qualité de l'image.

46

4. Techniques de compression destructives



JPEG : Conversion RGB → YCbCr

Conversion RGB → YCbCr

- Pour calculer les valeurs des composantes YCbCr d'une image à partir des composantes RGB/RVB (qui varient de 0 à 255, on utilise les formules suivantes :

$$Y = 0,299 * R + 0,587 * G + 0,114 * B$$

$$C_b = -0,1687 * R - 0,3313 * G + 0,5 * B + 128$$

$$C_r = 0,5 * R - 0,4187 * G - 0,0813 * B + 128$$
 L'ajout de 128 à C_b et C_r permet d'obtenir des valeurs entre 0 et 255
- La conversion inverse se fait ainsi (les valeurs obtenues varient encore entre 0 et 255) :

$$R = Y + 1,402 * (C_r - 128)$$

$$G = Y - 0,34414 * (C_b - 128) - 0,71414 * (C_r - 128)$$

$$B = Y + 1,772 * (C_b - 128)$$

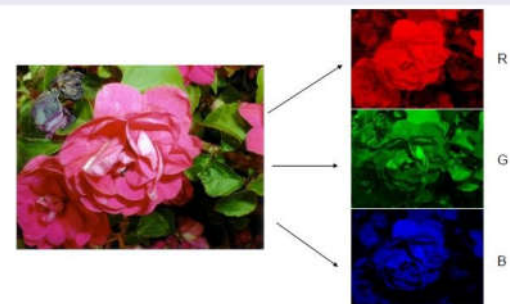
47

4. Techniques de compression destructives



JPEG : Conversion RGB → YCbCr

Décomposition R,G,B

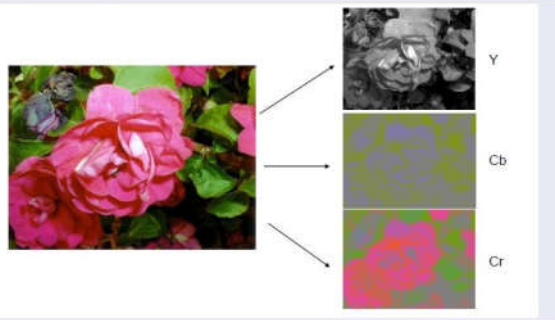


48

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Conversion RGB \rightarrow YCbCr

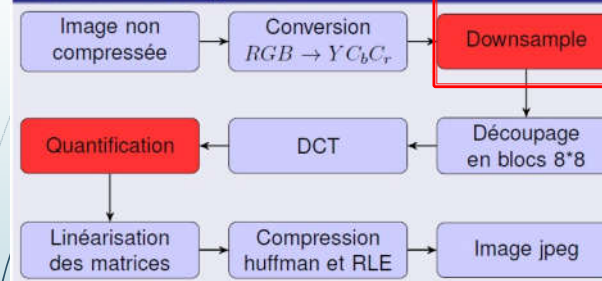
Décomposition Y,Cb,Cr ou (Y,I,Q)



49

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Chaîne de compression



50

4. Techniques de compression destructives



Le sous échantillonnage:

- Le sous-échantillonnage est un processus qui consiste à réduire la quantité de données d'une image.
- La sensibilité de l'œil humain est beaucoup plus importante à la composante luminance qu'aux composante chrominance .

51

4. Techniques de compression destructives



JPEG : Downsample

Le 4:4:4 est un sous-échantillonnage qui consiste à ne rien faire. Aucune compression n'est effectuée et aucune perte de qualité ne peut être enregistrée.

Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr
Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y
Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb
Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr
Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y
Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb
Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr
Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y
Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb
Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr
Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y
Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr	Y	Cb

52

4. Techniques de compression destructives



JPEG : Downsample

Le 4:2:2 est un sous-échantillonnage qui consiste à supprimer les informations de la chrominance sur une colonne sur deux. La colonne restante possède alors la moyenne des chrominances des deux colonnes. Lors de la décompression, il suffira de recopier cette information sur la colonne vide.

Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y

53

4. Techniques de compression destructives



JPEG : Downsample

Le 4:2:0 est un sous-échantillonnage qui effectue le même processus que le 4:2:2 mais en effectuant aussi cette opération sur les lignes. On divise donc ici par 4 l'information de la chrominance.

Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y
Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y	Y	cb	Cr	Y

54

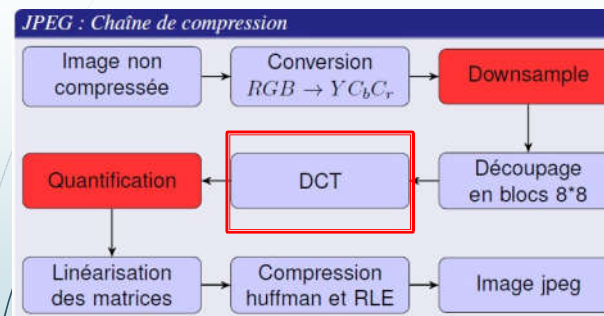
4. Techniques de compression destructives

JPEG : Downsample

- Le **sous-échantillonnage de la chrominance** est une méthode de réduction de volume des images numériques. Il consiste à diminuer le nombre d'échantillons à traiter : on parle de décimation
- La vision humaine présentant une sensibilité moindre à la couleur qu'à la luminosité, on conserve généralement moins d'informations de chrominance que de luminance sans pour autant dégrader la qualité perçue de l'image

55

4. Techniques de compression destructives



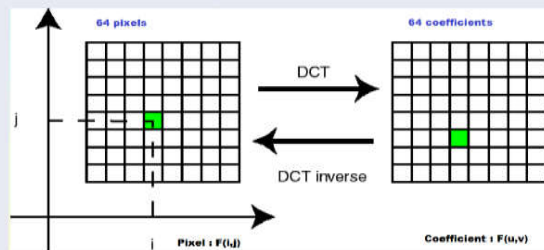
56

4. Techniques de compression destructives



DCT (« Discrete Cosine Transformation »)

- Transformation Discrète en Cosinus
- changement de l'espace de représentation : passage du domaine spatial au domaine fréquentiel
- Le calcul de la DCT n'est pas réalisée sur l'image entière, mais sur des **blocs de 8 x 8 pixels**.

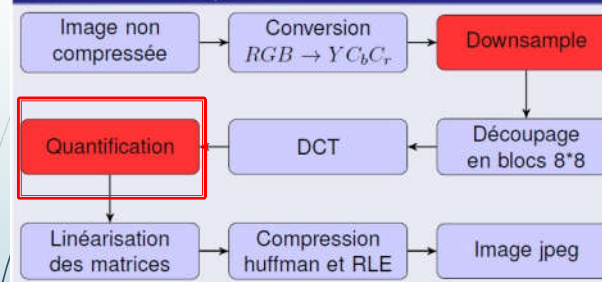


57

4. Techniques de compression destructives



JPEG : Chaîne de compression



58

 **FSG**
كلية العلوم والفنون
Faculté des Sciences de Guelma

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Quantification

C'est dans l'étape de la quantification où on perd physiquement des informations et donc détérioration de la qualité de l'image mais on gagne en contrepartie de la place (ce qui est l'objet principal de la compression).

On a à notre disposition les matrices retournées par la DCT, pour réduire les hautes fréquences (pour perdre les informations dont l'œil n'est pas très sensible c'est-à-dire la chrominance et ainsi gagner de l'espace) on divise ces matrices sur une matrice appelée la **table de quantification** ou **matrice de quantification** (diviser termes à termes les valeurs $C(i)$ et $C(j)$ par des valeurs).

L'objectif principal de la quantification est de coder les coefficients sur un minimum de valeurs possibles, c'est-à-dire moins de bits pour un coefficient donné.

59

 **FSG**
كلية العلوم والفنون
Faculté des Sciences de Guelma

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Quantification

Exemple :

Appliquons le principe de la quantification sur le coefficient 51 avec coefficient de quantification = 10 :

51 (décimal) > 110011 (binaire) > 6 bits.
Arrondir $(51/10) = \text{arrondir}(5,1) = 5$ (décimal) > 101 (binaire) > 3 bits.

$5 \times 10 = 50 \sim 51$ (une petite erreur de quantification > perte d'informations).

Cet exemple montre comment la quantification réduit le nombre de bits et met en évidence la perte d'informations.

60

FSG
كلية العلوم
Faculté des Sciences de Gabès

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Quantification

La table de quantification est paramétrable, c'est-à-dire qu'en changeant un paramètre on peut obtenir différents niveaux de compression. Ce paramètre est nommé le **facteur de qualité**, relié au niveau de compression souhaité. Le résultat de la quantification n'étant pas toujours entier, il s'agit d'arrondir les valeurs obtenues, vers les valeurs entières les plus proches.

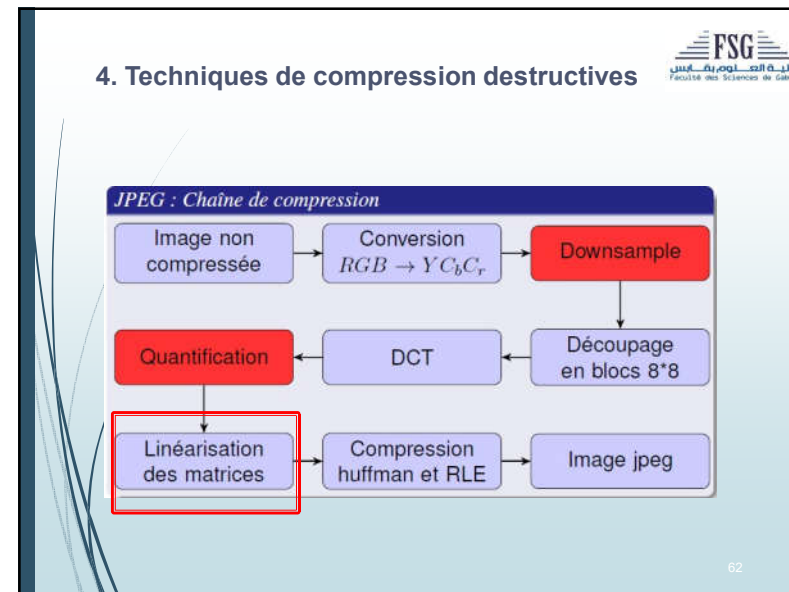
$$Q(i, j) = 1 + (1 + i + j)F_q$$

- $Q(i, j)$: valeur du pas de quantification dans un bloc ($i = 0 \dots N-1$ et $j = 0 \dots N-1$).
- F_q : facteur de qualité de la quantification.

Pour obtenir la matrice quantifiée on divise la matrice traitée par la DCT F sur la matrice de quantification Q :

Matrice quantifiée = $(F(u,v) / Q(u,v))$

61



FSG
كلية العلوم
Faculté des Sciences de Gabès

4. Techniques de compression destructives

JPEG : linéarisation de l'image

Lecture en zigzag

Moyenne bloc (DC)

Hautes fréquences X

Hautes fréquences X et Y

Moyenne bloc

64 cases

Hautes fréquences X et Y

63

FSG
كلية العلوم
Faculté des Sciences de Gabès

4. Techniques de compression destructives

JPEG : linéarisation de l'image

Zigzag :

On veut maintenant former un vecteur où les coefficients relatifs aux basses fréquences (haut à gauche) sont regroupés. Pour ce faire on a besoin du parcours en zigzag :

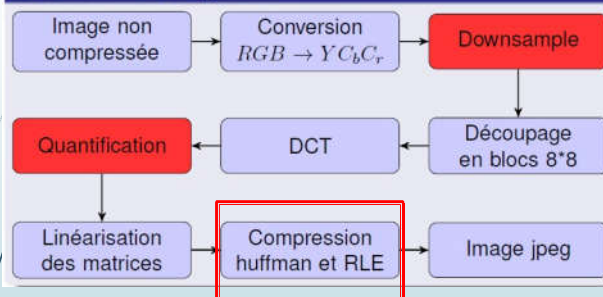
Ce parcours particulier permet de parcourir la matrice quantifiée de façon à former une sorte de dégradé de coefficients relatifs aux fréquences puisqu'en haut à gauche on a les basses fréquences et plus on va à droite et en bas on progresse vers les hautes fréquences, un parcours normale (vertical ou horizontal) est incapable de faire cela.

Ce parcours est aussi important parce que la quantification réduit plusieurs coefficients relatifs aux hautes fréquences au coefficient 0, on se retrouve donc avec une suite de zéros en fin du vecteur, il suffit donc d'appliquer un codage de type RLE par exemple pour réduire le nombre d'éléments du vecteur.

4. Techniques de compression destructives



JPEG : Chaîne de compression



65

4. Techniques de compression destructives

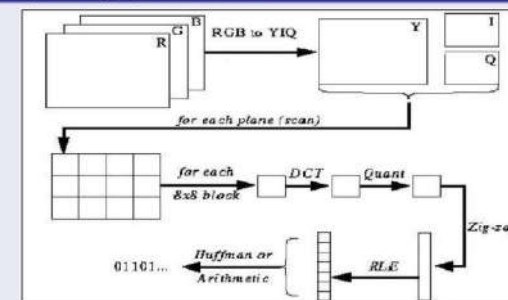


Codage

Cette étape sert à compresser sans perte les informations de l'image, c'est-à-dire les coefficients quantifiés parcourus en zigzag et stockés dans un vecteur.

On utilise le codage RLE et puis éventuellement un codage de Huffman (ces techniques ont été traitées dans le chapitre précédent).

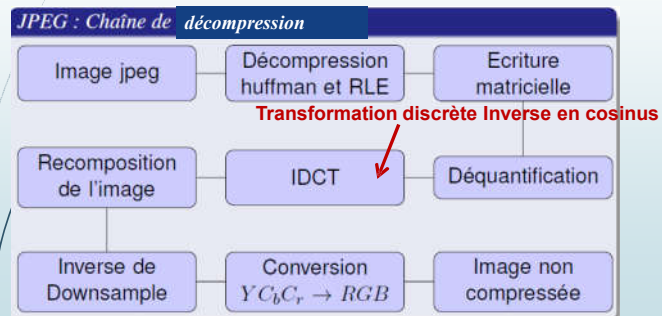
compression jpg: schéma block



66

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Décompression




67

4. Techniques de compression destructives

JPEG : Avantages

- ❑ Les taux de compression impressionnants
- ❑ Standard largement répandu
- ❑ Personnalisation de la matrice de quantification
- ❑ Extension adapté aux séquences d'images (MJPEG)

68



فakية العلوم والفنون
Faculté des Sciences de Gabès

4. Techniques de

En bref

- Compression réalisée en **supprimant les hautes fréquences** (détails et contours).
 - ✓ **Perte** d'information peu visible.
 - ✓ **Bonne** compression.
- Formats d'image utilisant cette compression
 - ✓ **JPEG**.

69