

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

Université des Sciences et de la Technologie  
**HOUARI BOUMEDIENE**

B. P. 32, El-Alia, 16111 Bab-Ezzouar, ALGER

Téléphone/Fax: +213 21 24 76 07



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي  
والبحث العلمي

**جامعة هواري بومدين  
للعلوم والتكنولوجيا**

ص. ب. 32، العالبا، 16111، باب الزوار، الجزائر

الهاتف / الفاكس : +213 21 24 76 07

# ***Cours: SYSTEMES MULTIMEDIA***

## ***Master RSD, 2014/2015***

Prof. Slimane Larabi

# Chapitre 3. Compression d'images

3.1 Compression JPEG

3.2 Compression GIF

## **3.1 Compression JPEG**

**La compression d'image JPEG se fait avec perte**

### **La norme de compression JPEG**

Le sigle JPEG veut dire (Joint Photographic Experts Group), il représente actuellement le standard de compression avec perte le plus utilisé pour les images naturelles.

Cette norme de compression mondiale d'images fixes est apparue à la fin des années 80.

## **Compression avec pertes : Principes de base**

### **1- Transformation**

L'image (ou une partition de celle-ci) est transformée,

- DCT (transformation en cosinus discrète),
- DWT (transformation en ondelette),
- DFT (transformation de FOURIER discrète).

## **Compression avec pertes : Principes de base**

Le but de ces transformations :

Compacter au mieux l'information contenue dans l'image,

→

Avoir un nombre de coefficients représentatifs aussi faible de possible.

## **Compression avec pertes : Principes de base**

### **2- Quantification des coefficients transformées**

→ Coder au mieux des coefficients souvent réels ou complexes en introduisant une erreur de quantification.

-Phase qui provoque une dégradation dans l'image reconstruite

-Opération qui permet d'obtenir des taux de compression beaucoup plus importants que dans le cas d'une compression sans perte.

## Compression avec pertes : Principes de base

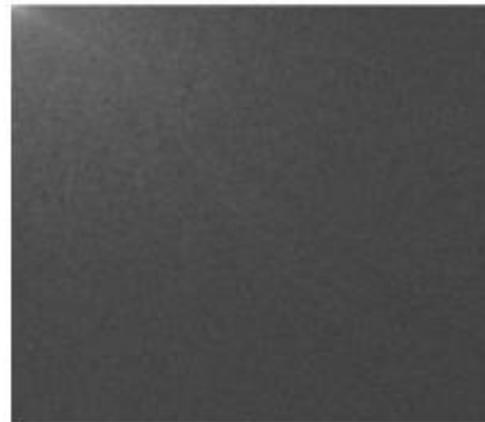
### 3- Codage des coefficients

**Original image**



**DFT**

**DCT**



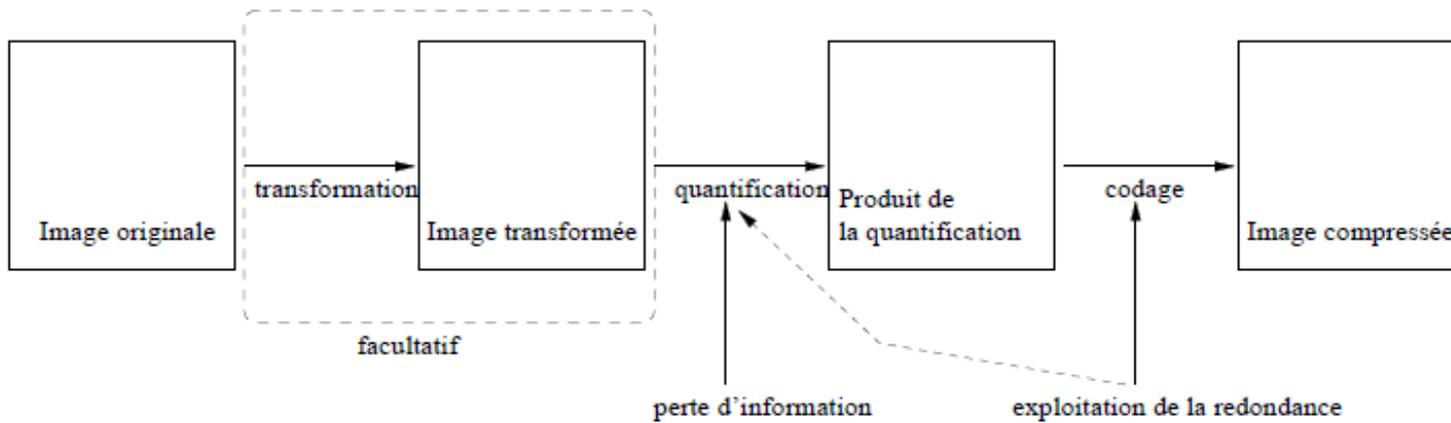


Diagramme fonctionnel

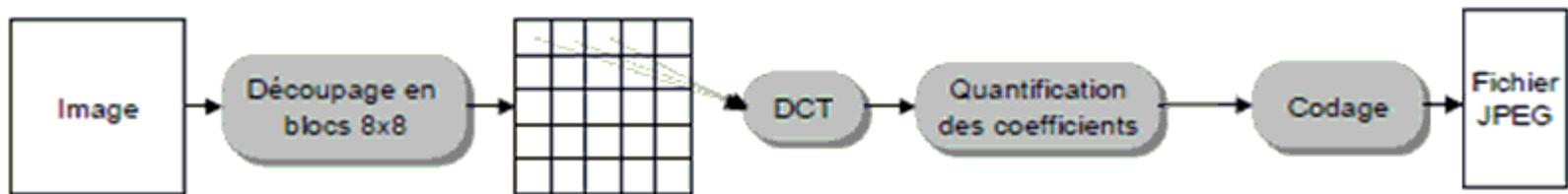


Diagramme fonctionnel de la compression JPEG

Soit  $F(x, y)$  les coefficients de la matrice où est stockée la partie de l'image à traiter, avec  $(x,y)=(0,0) \dots(7,7)$

Soit  $C(u, v)$  les coefficients de la matrice obtenue après la transformation D.C.T. , avec  $(u,v)=(0,0) \dots(7,7)$ .

La formule de la D.C.T. est :

$$C(u, v) = \frac{1}{\sqrt{2}} \alpha(u) \alpha(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

$$\alpha(u) = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ si } u = 0, \text{ sinon égal à } 1$$

Calcul du terme  $T(u)$  par calcul du cosinus suivant pour pour  $u$  donné et  $x=0..N-1$ ,  $N=8$ .

$$\cos\left[\frac{(2x + 1)u\pi}{2N}\right]$$

$$T(u) = \cos\frac{(2x + 1)u\pi}{16}$$

**Valeurs de cosinus pour  
 $u=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$  et pour  $x= 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$**

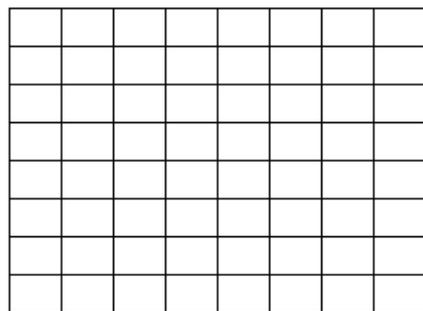
$x \backslash u$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	0.98	0.92	0.83	0.7	0.55	0.38	0.19
1	1	0.83	0.38	-0.19	-0.7	-0.98	-0.92	-0.55
2	1	0.55	-0.38	-0.98	-0.7	0.19	0.92	0.82
3	1	0.19	-0.92	-0.55	0.7	0.82	-0.38	-0.98
4	1	-0.19	-0.92	0.55	0.7	-0.83	-0.37	0.98
5	1	-0.55	-0.38	0.98	-0.7	-0.19	0.92	-0.83
6	1	-0.83	0.38	0.19	-0.7	0.97	-0.92	0.56
7	1	-0.98	0.92	-0.83	0.7	-0.56	0.38	-0.20

**Valeurs de cosinus pour  
 $u=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$  et pour  $x= 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$**

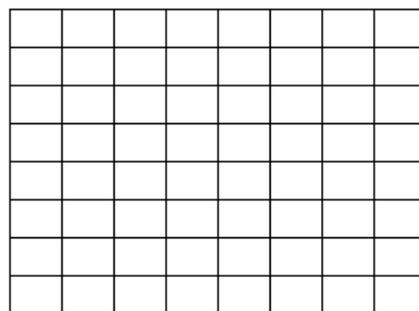
$x \backslash u$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	0.98	0.92	0.83	0.7	0.55	0.38	0.19
1	1	0.83	0.38	-0.19	-0.7	-0.98	-0.92	-0.55
2	1	0.55	-0.38	-0.98	-0.7	0.19	0.92	0.82
3	1	0.19	-0.92	-0.55	0.7	0.82	-0.38	-0.98
4	1	-0.19	-0.92	0.55	0.7	-0.83	-0.37	0.98
5	1	-0.55	-0.38	0.98	-0.7	-0.19	0.92	-0.83
6	1	-0.83	0.38	0.19	-0.7	0.97	-0.92	0.56
7	1	-0.98	0.92	-0.83	0.7	-0.56	0.38	-0.20

Si  $F(0,y) = 100 \ 100 \ 100 \ 100 \ 200 \ 200 \ 200 \ 200$   
 Alors le premier cos  $(2x+1)u\pi/16$  est à 1, le  
 second cosinus ( $v=1$ ) seront multipliés par les  
 $F(x,y)$ .

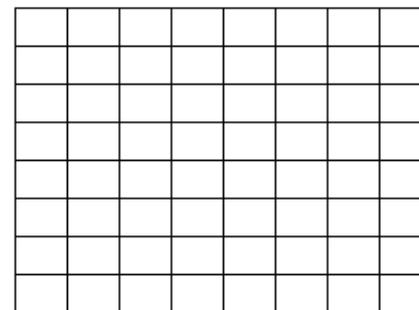
## Méthode de calcul de la matrice DCT



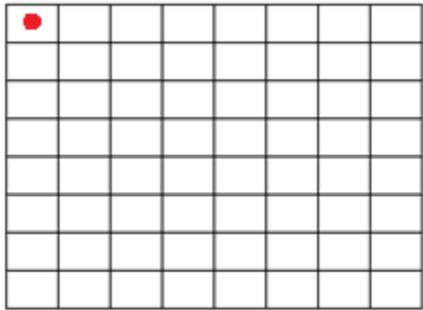

**$C(u,v)$**



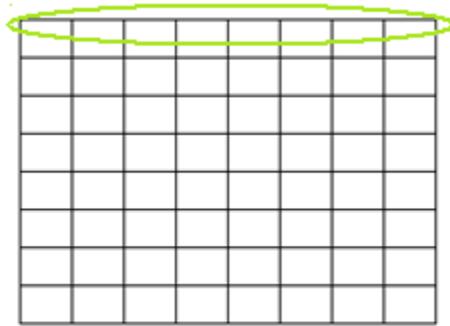

**$F(x,y)$**



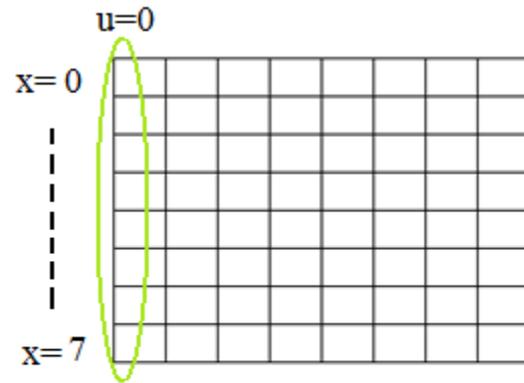

**Table de cosinus**



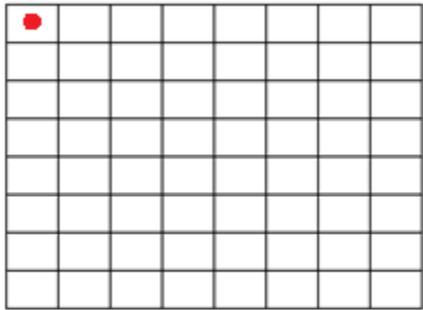
**C(u,v)**



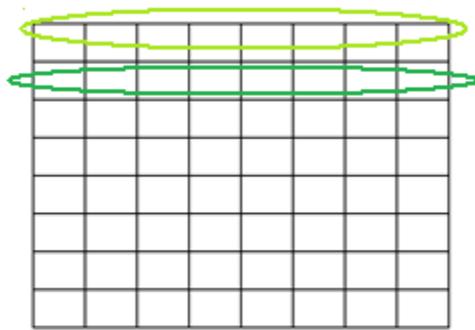
**F(x,y)**



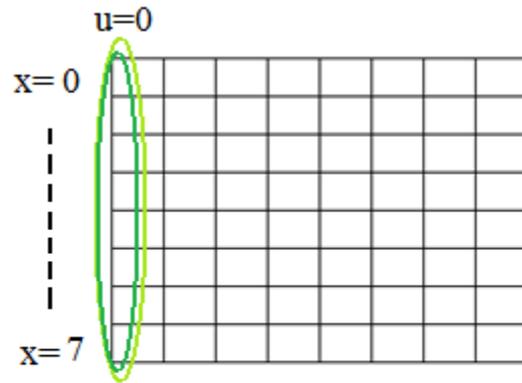
**Table de cosinus**



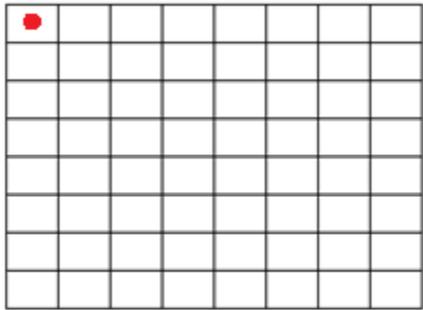
**C(u,v)**



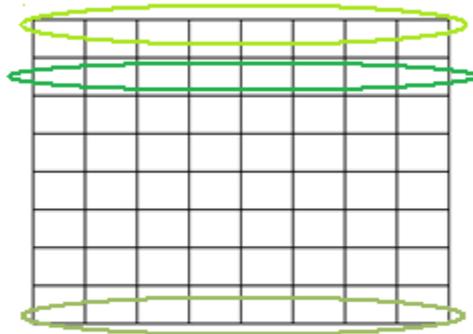
**F(x,y)**



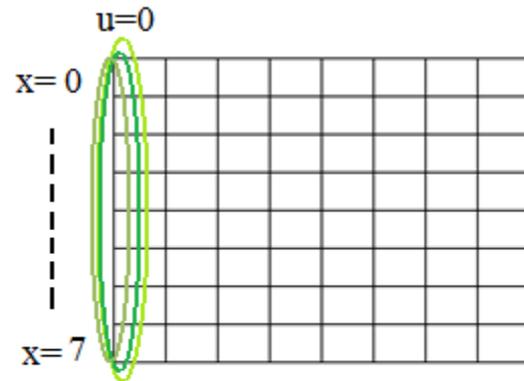
**Table de cosinus**



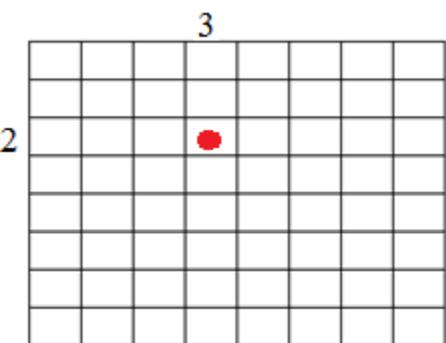
**C(u,v)**



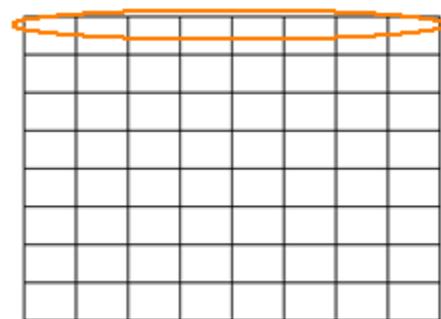
**F(x,y)**



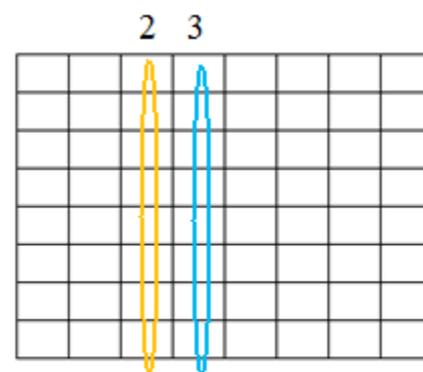
**Table de cosinus**



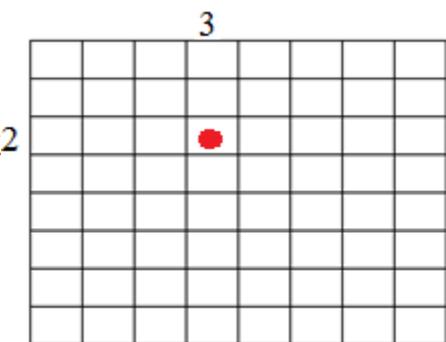
**C(u,v)**



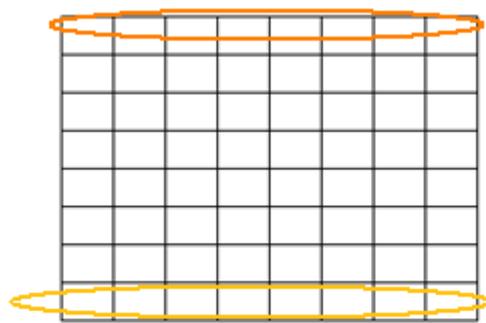
**F(x,y)**



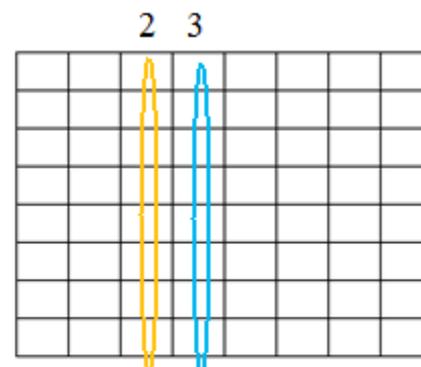
**Table de cosinus**



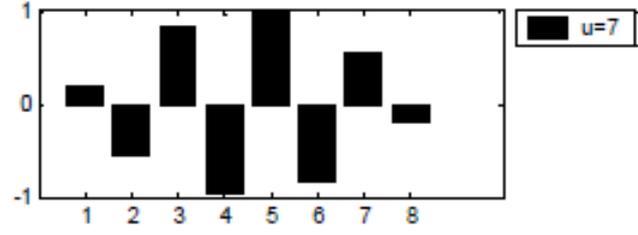
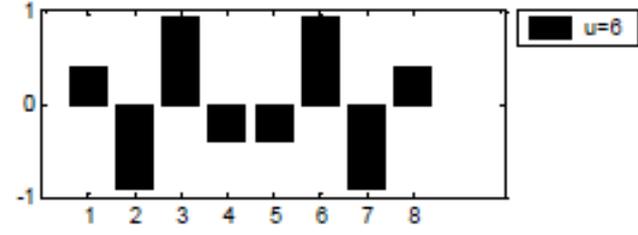
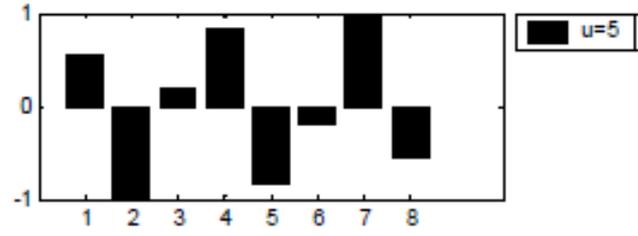
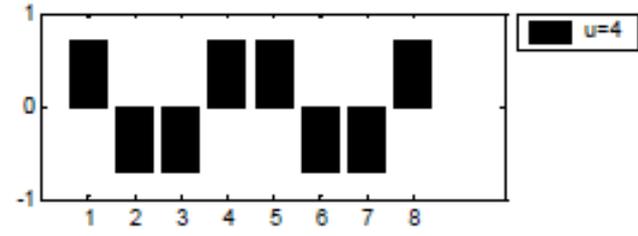
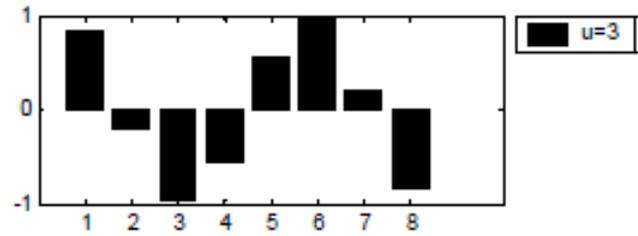
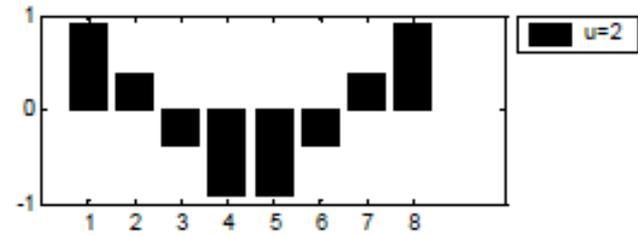
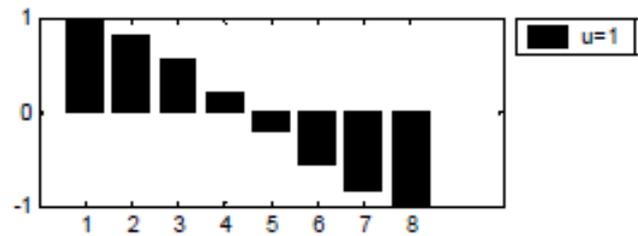
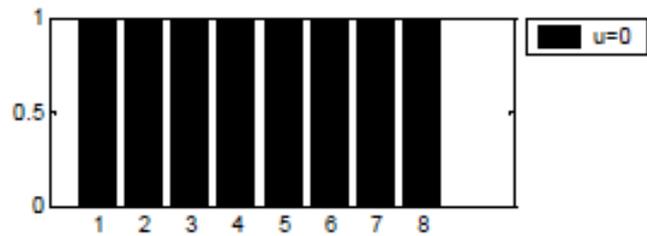
**C(u,v)**

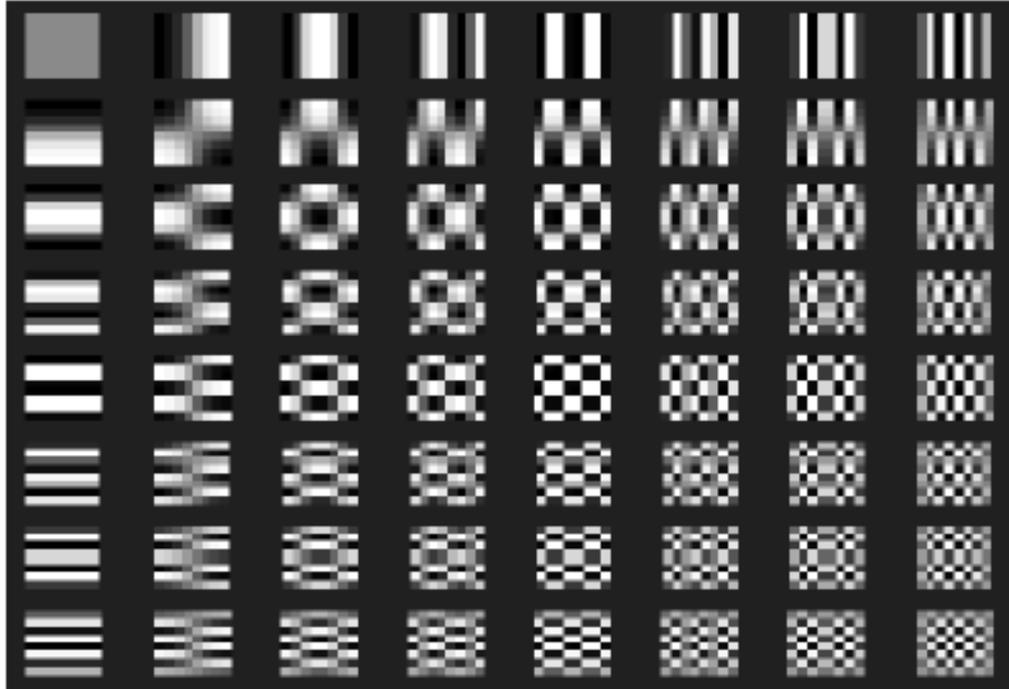


**F(x,y)**



**Table de cosinus**





## **La quantification**

Cette étape est la principale étape de perte de données.  
En effet le principe de la quantification est de créer une matrice de quantification et de diviser chaque terme de la matrice obtenue par la D.C.T. par son terme correspondant de la matrice de quantification.

## La quantification

Soit  $F(u,v)$  les coefficients de la matrice obtenue après la D.C.T.  
et  $Q(i,j)$  les coefficients de la matrice de quantification,  
avec  $(u,v,i,j)=0,7$ .

Soit  $C_q(k,l)$  les coefficients de la matrice obtenue après quantification,  
avec  $(k,l) = 0,7$ .

Alors  $C_q(k,l)=E(F(k,l)/a(k,l))$ , avec  $E(x)$  la partie entière de  $x$ .

## **La quantification**

Après la D.C.T. , les fréquences élevées sont dans le coin droit du bas de la matrice. Or l'œil humain discerne mal ces fréquences.

Ainsi la manière la plus astucieuse de créer la matrice de quantification est de mettre des valeurs faibles dans le coin gauche du haut et des valeurs fortes dans le coin droit du bas.

## La quantification

Une fois qu'on a appliquée la DCT on peut négliger les hautes fréquences.

Afin de contrôler la perte de qualité de l'image, un facteur de qualité  $Fq$  est défini:

*Avec ce coefficient on va créer une matrice de quantification  $Q = q(i,j)$  définie par la relation suivante :*

$$Q(i,j) = 1 + (1+i + j) * Fq.$$

## La quantification

Cette opération consiste à diviser chaque coefficient  $a_{i;j}$  de la matrice DCT par le coefficient de la matrice de quantification associé  $q_{i;j}$ .

Les coefficients de la matrice de quantification ont été choisis de sorte que le coefficient par lequel on va diviser le coefficient associé dans la matrice DCT, soit d'autant plus grand que la fréquence est élevée.

## Exemple de quantification

Matrice de quantification pour  $Fq = 5$ ,  $q(i;j) = 1 + (1+i + j) * Fq$ .

6	11	16	21	26	31	36	41
11	16	21	26	31	36	41	46
16	21	26	31	36	41	46	51
21	26	31	36	41	46	51	56
26	31	36	41	46	51	56	61
31	36	41	46	51	56	61	66
36	41	46	51	56	61	66	71
41	46	51	56	61	66	71	76

## La quantification

Exemple de Matrice DCT

1758	54	6	-1	-13	-5	23	-11
9	-15	-9	-16	27	31	-32	1
-8	7	8	-15	-16	3	-67	-40
-30	4	44	-36	14	-73	20	-4
20	2	-23	-10	-16	-16	-8	7
2	8	-12	17	-16	-21	-40	36
-14	45	-49	-20	-31	29	41	51
-1	-66	1	20	-4	-31	-2	-31

## Résultat de la quantification

Division de Matrice DCT par la matrice de quantification

293	4	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
-1	0	1	-1	0	-1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	-1	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	0	0	0	0

Cette opération a éliminé les hautes fréquences non primordiales dans l'image d'où l'apparition de nombreux zéros en bas à droite.

## **Codage**

D'autre part, afin de faciliter le codage par place des coefficients DCT, il est important de choisir un sens de parcours des coefficients qui permette d'aller des coefficients les plus importants vers les coefficients faibles et souvent nulles.

## **Méthodes de codage des coefficients**

### **Codage de Huffman**

Le codage de Huffman est ensuite utilisé pour coder résultat du codage par plage ainsi que le codage différentiel des coefficients. Le fichier ainsi créé est le fichier compressé jpg.

3	5	7	9	11	13	15	17
5	7	9	11	13	15	17	19
7	9	11	13	15	17	19	21
9	11	13	15	17	19	21	23
11	13	15	17	19	21	23	25
13	15	17	19	21	23	25	27
15	17	19	21	23	25	27	29
17	19	21	23	25	27	29	31

exemple de table de quantification  
et sens de parcours

3	5	7	9	11	13	15	17
5	7	9	11	13	15	17	19
7	9	11	13	15	17	19	21
9	11	13	15	17	19	21	23
11	13	15	17	19	21	23	25
13	15	17	19	21	23	25	27
15	17	19	21	23	25	27	29
17	19	21	23	25	27	29	31

exemple de table de quantification  
et sens de parcours





# Exemple d'application

Facteur de qualite : 5

Matrice de qualite :

6	11	16	21	26	31	36	41
11	16	21	26	31	36	41	46
16	21	26	31	36	41	46	51
21	26	31	36	41	46	51	56
26	31	36	41	46	51	56	61
31	36	41	46	51	56	61	66
36	41	46	51	56	61	66	71
41	46	51	56	61	66	71	76











# Décompression JPEG

Etapas:

- Décodage de Huffman  
(Matrice Quantifiée)

- Déquantification  
Multiplication par le facteur de qualité de la matrice  
quantifiée. On obtient la matrice DCT

- Calcul de la DCT INVERSE qui donnera l'image initiale

DCT Inverse:

$$f(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2N}} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} \alpha(u)\alpha(v)C(u, v) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

$$\alpha(u) = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ si } u = 0, \text{ sinon égal à } 1$$



## **3.2 Compression GIF**

*Le format d'images GIF (Graphic Interchange Format) a été inventé par CompuServe (service de réseau en ligne) pour créer des images légères qui peuvent circuler facilement dans le réseau. Le GIF se sert de l'*algorithme non destructeur LZW* pour la compression d'images*

## Les caractéristiques du format d'images GIF

**La compression GIF** est dite **compression sans perte** (*Lossless compression*), ceci dit que l'image GIF peut restituer l'image originale bit par bit, on dit que la compression est réversible (contrairement à JPEG).

Le principe de la compression est simple :

Les valeurs RVB (les entrées) de toutes les couleurs utilisées dans l'image vont être enregistrées dans l'en-tête de l'image et puis chaque pixel va importer sa couleur depuis cet en-tête au lieu de recevoir directement les valeurs RVB, ainsi les pixels ayant la même couleur vont profiter d'une seule entrée.





## Le GIF animé

L'une des particularités du GIF c'est la possibilité de créer une *image animée*. La technique est simple : il suffit d'empiler une succession d'images dans un seul fichier GIF pour former une animation au même titre que les dessins animés.

Le temps d'apparition de chacune de ces images peut être réglé, en plus vous pouvez fixer le nombre d'itérations (répétitions) de l'image ainsi que la transparence.

## Compression du format GIF

La compression des images GIF est basée sur l'algorithme de compression LZW.

Etant donné que ce format ne permet d'utiliser que 256 couleurs maximum, l'application d'une telle compression sur ces données permet d'avoir des fichiers de tailles très petites par rapport à d'autres formats.