

La compression d'images

Compression sans perte (déjà fait)

- RLE (Run Length Encoding)
- Codage de Huffman
- LZW

La 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 format GIF utilise un nombre maximum de 256 couleurs, il est donc plus adapté aux logos et images synthétiques ou à des photos noire et blanc.

La compression GIF:

Principe:

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 utiliser l'indice de sa couleur depuis cet en-tête au lieu de recevoir directement les valeurs RVB.

La compression GIF:

Propriétés:

- La transparence
- L'entrelacement
- la possibilité de créer une *image animée*.

La compression GIF:

Exemple de fichier gif:

```
0000000 47 49 46 38 37 61 08 00 08 00 c2 07 00 33 2f c9
0000020 ca a2 4c 42 e1 1d 3e e9 16 16 e9 c4 5a ed 27 e4
0000040 ff 00 ff ff ff 2c 00 00 00 00 08 00 08 00 00 03
0000060 1b 48 a0 6a b0 d0 c8 01 c6 b9 ae 82 7b ea f8 dc
0000100 27 06 81 58 14 a4 70 ae 81 a0 9e 09 00 3b
```

La compression PNG:

- Le PNG (Portable Network Graphics) est un format ouvert d'image, plus moderne que GIF.
- Le format PNG est plus adapté aux images de synthèse destinées au web (comme pour GIF).
- Des métadonnées peuvent être intégrées dans l'image.

Compression JPEG

Acronyme de Joint Photographic Experts Group. La norme JPEG a donné son nom à la méthode de compression qui est devenue la plus utilisée pour les images naturelles.

Elle est basée sur ces trois étapes :

- La Transformation
- La quantification
- Le codage

1) La transformation:

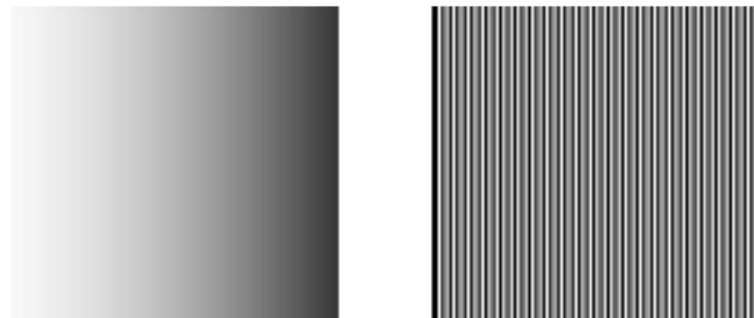
Il s'agit de changer l'espace de représentation de l'image, du domaine spatial au domaine fréquentiel.

- DFT (Discret Fourier Transform)
- FFT (Fast Fourier Transform)
- DCT (Discret Cosinus Transform)
- par ondelettes (DWT : Discrete Wavelet Transform).

1) La transformation:

La fréquence dans une image représente la variation de l'intensité des pixels de l'image,

- les basses fréquences, correspondent à des changements d'intensité lents, représentent les régions homogènes et floues,
- les hautes fréquences, correspondent à des changements d'intensité rapides, représentent les contours et les changements brusques d'intensité.



1) La transformation (DCT):

$$F(u, v) = \underbrace{\frac{2}{N} \alpha(u) \alpha(v)}_{\text{constante}} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \underbrace{\cos \left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right]}_{\text{Base DCT}}$$

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

Dans JPEG, N= 8

1) La transformation (DCT):

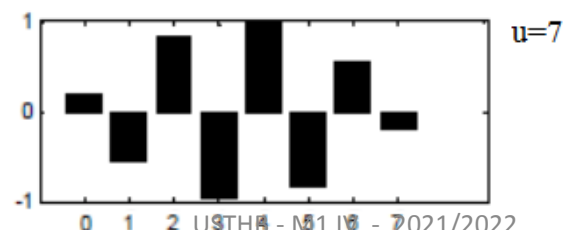
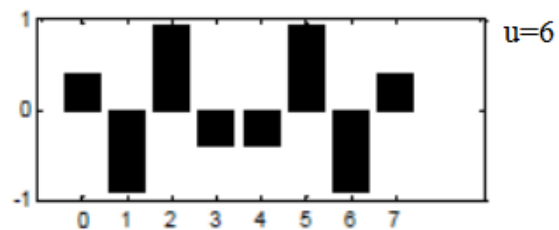
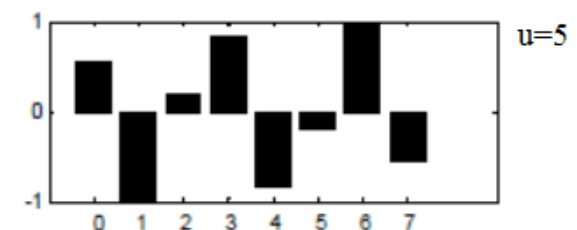
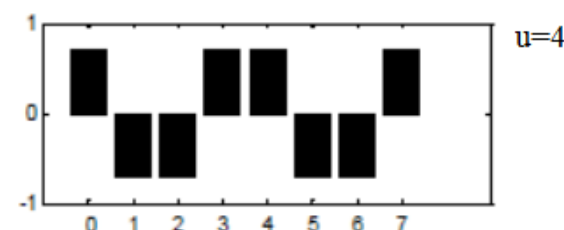
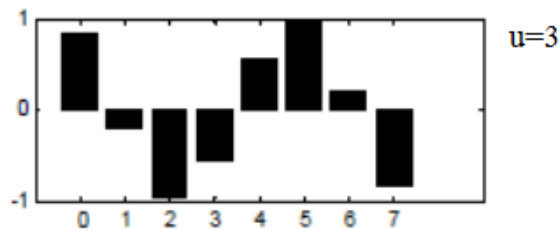
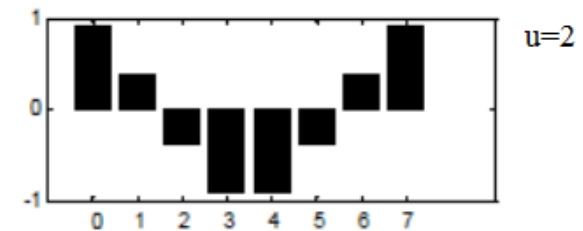
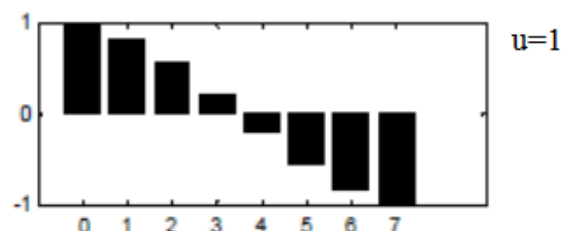
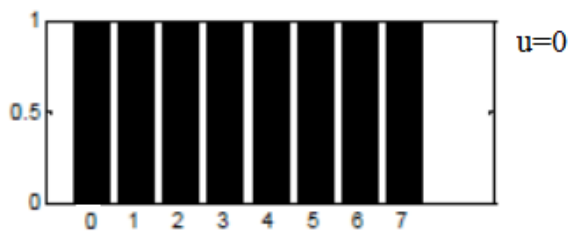
$$F(u, v) = \varphi \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \underbrace{T(u) T(v)}_{\text{Base DCT}}$$

Dans JPEG, N= 8

1) La transformation (DCT):

Fonction de base:

Calcul du terme $T(u) = \cos \left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N} \right]$



T(7) en niveau de gris

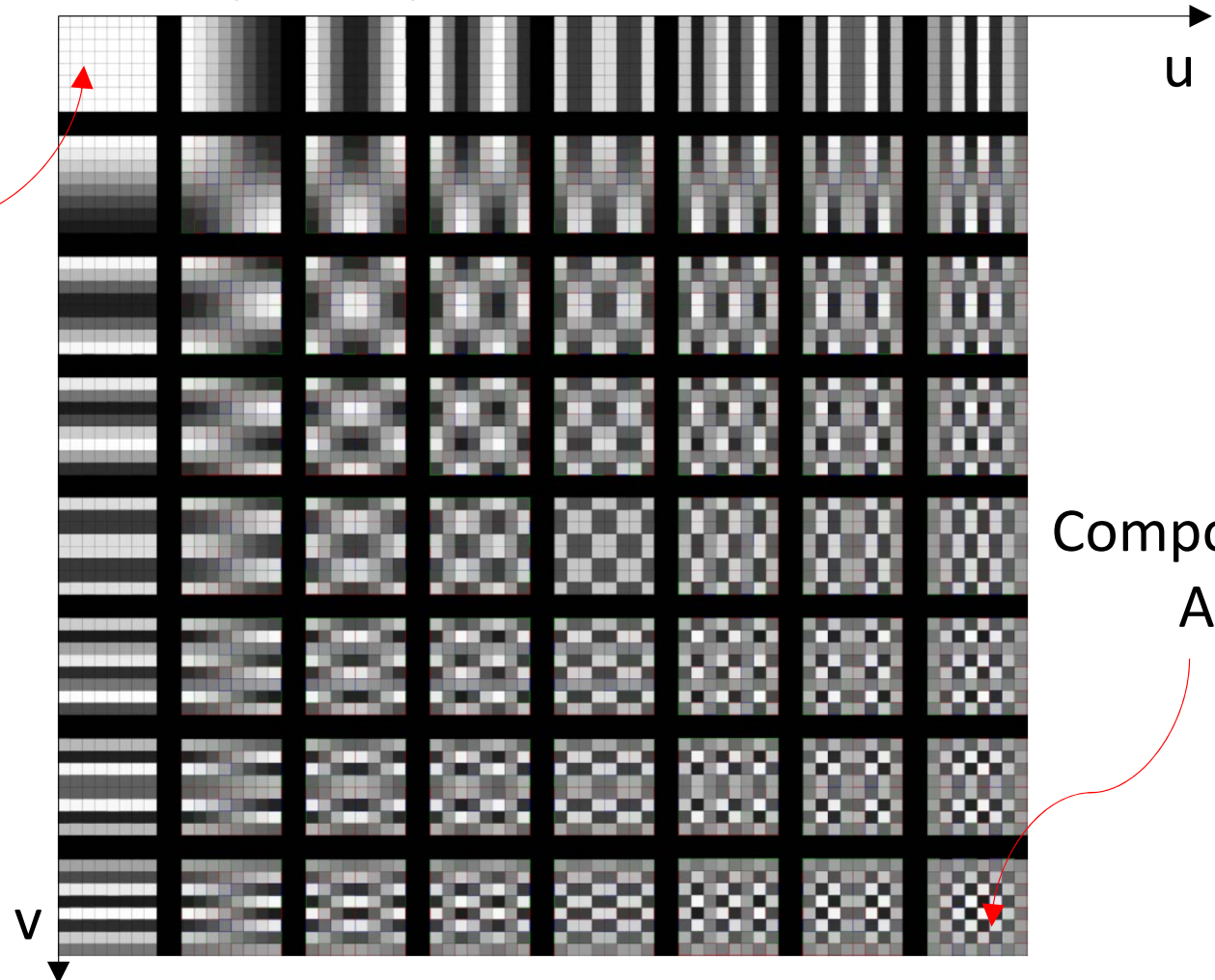
1) La transformation (DCT):

Fonction de base:

En 2D

Composante DC

Composante AC



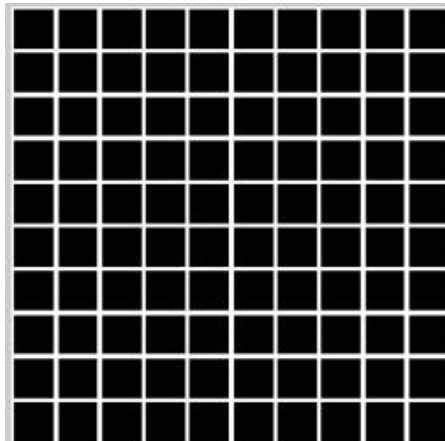
1) La transformation (DCT):

La DCT s'accompagne d'une méthode d'inversement pour pouvoir revenir au domaine spatial.

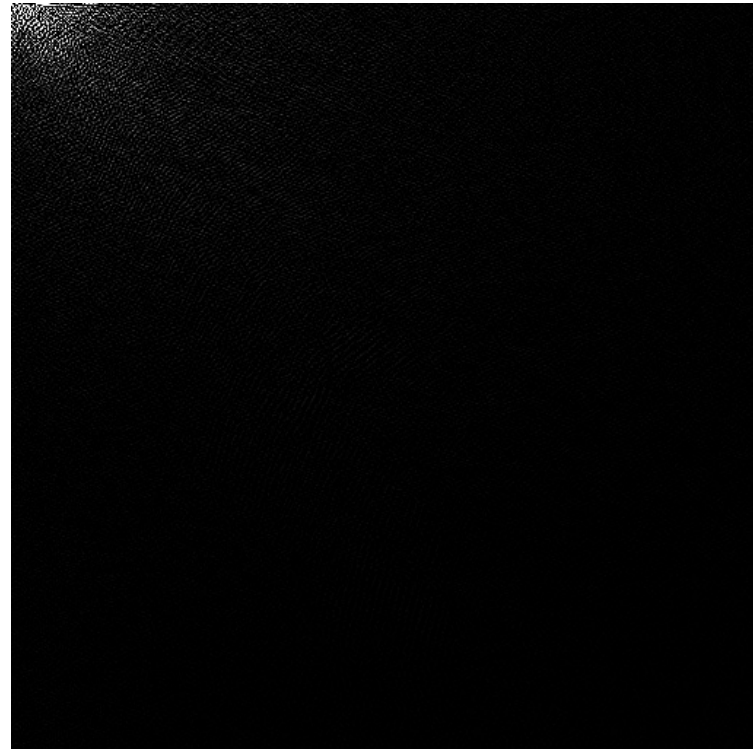
$$f(x, y) = \frac{2}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} \alpha(u) \alpha(v) F(u, v) \cos \left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right]$$

1) La transformation:

Exemples



1) La transformation:



2) La quantification:

La principale étape de perte de données.

Comment ?

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

Principe:

Créer une matrice de quantification et diviser chaque terme de la matrice obtenue par la DCT par son terme correspondant de la matrice de quantification et on ne garde que la partie entière de la division.

2) La quantification:

La matrice de quantification:

Afin de contrôler la perte de qualité de l'image, un facteur de qualité F_q est défini.

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

Choix des coefficients de la matrice de quantification:

Fréquence élevée —————> grand coefficient

2) La quantification:

Exemple:

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 |

Matrice de quantification pour $F_q=5$

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 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 |

2) La quantification:

Exemple:

Matrice DCT quantifiée

| | | | | | | | |
|-----|----|----|----|---|----|---|---|
| 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 |

3) Le codage:

Afin de coder le résultat (la DCT quantifiée), une compression sans perte (le codage de Huffman par exemple) est utilisée.

Afin de regrouper les hautes fréquences, le parcours se fait en zigzag. De cette façon, on va des coefficients les plus importants vers les coefficients faibles, souvent inutiles.



An 8x8 grid of DCT coefficients. The values increase from the top-left (3) to the bottom-right (31). A zigzag traversal path is indicated by a series of arrows, starting at the top-left and ending at the bottom-right, illustrating the order in which coefficients are processed during encoding.

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 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 |

La décompression JPEG:

1- Décodage de Huffman (Matrice Quantifiée)

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

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