

Communication Multimédia
- Rapport TP (3) -

Compression JPEG

MOUFFOK Tayeb Abderraouf
- Master Informatique Visuelle 1 -
Groupe 2

1-2 - Calcul de la DCT et de la Quantification

- Image 0 -

1 - La première image que nous traitons est l'image représentée par la matrice contenue dans le fichier 'image.txt' :

```
100 100 100 100 100 100 100 100
100 100 100 100 100 100 100 100
100 100 200 200 200 200 100 100
100 100 200 200 200 200 100 100
100 100 200 200 180 210 110 100
100 100 200 200 200 150 100 150
100 100 100 156 130 180 100 100
100 100 100 100 100 100 100 100
```

- Matrice de l'image 0 -

Cette matrice représente l'image suivante :



- Visualisation de l'image 0 -

2 - Le calcul de la DCT de cette image nous donne la matrice suivante :

1020.00	-13.00	-188.00	-4.00	8.00	1.00	80.00	-15.00
-25.00	11.00	13.00	0.00	-9.00	0.00	-5.00	15.00
-172.00	0.00	149.00	14.00	0.00	-3.00	-65.00	-6.00
5.00	-8.00	13.00	-19.00	13.00	0.00	-3.00	0.00
-20.00	8.00	11.00	4.00	-18.00	6.00	-1.00	6.00
28.00	-6.00	-34.00	19.00	3.00	-2.00	9.00	-19.00
49.00	5.00	-31.00	-35.00	18.00	-7.00	12.00	30.00
15.00	-3.00	-24.00	28.00	-21.00	10.00	13.00	-25.00

- Matrice DCT de l'image 0 -

On procède ensuite à la quantification de la matrice avec le facteur de qualité égal à 5.

6	11	16	21	26	31	36	41
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

- Matrice de qualité de facteur 5 -

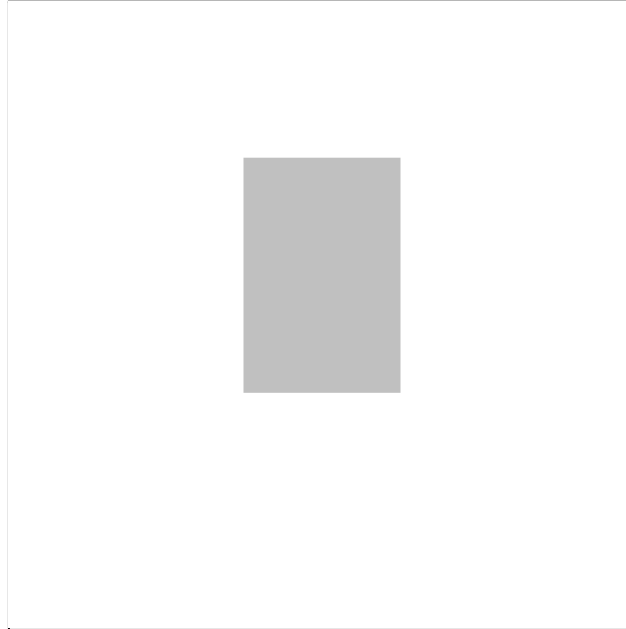
Ce qui nous donne cette nouvelle matrice :

170.00	-1.00	-11.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-10.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- Matrice de quantification DCT de l'image 0 -

- Image 1 -

1 - L'image suivante que nous traitons est la suivante :



- Visualisation de l'image 1 -

L'image précédente est représentée par la matrice suivante :

255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	192	192	255	255	255
255	255	255	192	192	255	255	255
255	255	255	192	192	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255

- Matrice de l'image 1 -

2 - Le calcul de la DCT de cette image nous donne la matrice suivante :

1992.00	-1.00	62.00	-1.00	-45.00	-1.00	27.00	-1.00
-13.00	0.00	16.00	0.00	-12.00	0.00	6.00	0.00
50.00	0.00	-64.00	0.00	49.00	0.00	-26.00	0.00
20.00	0.00	-28.00	0.00	21.00	0.00	-11.00	0.00
-14.00	0.00	20.00	0.00	-15.00	0.00	8.00	0.00
-5.00	0.00	5.00	0.00	-4.00	0.00	2.00	0.00
-2.00	0.00	4.00	0.00	-3.00	0.00	1.00	0.00
-20.00	0.00	24.00	0.00	-18.00	0.00	10.00	0.00

- Matrice DCT de l'image 1 -

La quantification de cette dernière matrice avec le facteur de qualité égal à 5 nous donne cette nouvelle matrice :

332.00	0.00	3.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00
-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	-2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- Matrice de quantification DCT de l'image 1 -

- Image 2 -

1 - L'image suivante que nous traitons est la suivante :



- Visualisation de l'image 2 -

L'image précédente est représentée par la matrice suivante :

152	152	152	152	152	152	152	152
152	192	192	152	152	192	192	152
152	192	192	152	152	192	192	152
152	152	152	152	152	152	152	152
152	152	152	152	152	152	152	152
152	192	192	152	152	192	192	152
152	192	192	152	152	192	192	152
152	152	152	152	152	152	152	152

- Matrice de l'image 2 -

2 - Le calcul de la DCT de cette image nous donne la matrice suivante :

1295.00	0.00	0.00	0.00	-79.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-79.00	0.00	0.00	0.00	79.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- Matrice DCT de l'image 2 -

La quantification de cette dernière matrice, à l'aide de la matrice de qualité dont le facteur est de 5, nous donne cette nouvelle matrice :

215.00	0.00	0.00	0.00	-3.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-3.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- Matrice de quantification DCT de l'image 2 -

- Image 3 -

1 - L'image suivante que nous traitons est la suivante :



- Visualisation de l'image 3 -

L'image précédente est représentée par la matrice suivante :

192	192	0	0	152	192	0	0
192	192	0	0	152	192	0	0
192	192	0	0	152	192	0	0
192	192	0	0	152	192	0	0
192	192	0	0	152	192	0	0
192	192	0	0	152	192	0	0
192	192	0	0	152	192	0	0
192	192	0	0	152	192	0	0

- Matrice de l'image 3 -

2 - Le calcul de la DCT de cette image nous donne la matrice suivante :

727.00	298.00	52.00	558.00	-41.00	-346.00	21.00	-113.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- Matrice DCT de l'image 3 -

La quantification de cette dernière matrice, en fixant le facteur à 5, nous donne cette nouvelle matrice :

121.00	27.00	3.00	26.00	-1.00	-11.00	0.00	-2.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- Matrice de quantification DCT de l'image 3 -

3 - Discussion des résultats

En analysant **les matrices DCT** et **les matrices de DCT quantifiées** obtenues, on peut constater que les fréquences élevées des images, que l'œil humain discerne mal, sont majoritairement dans le coin en bas à droite, tandis qu'on retrouve en haut à gauche de la matrice, les fréquences basses.

Le principe de **la DCT** consiste donc à prendre les pixels d'une image de départ et à les transformer en une représentation équivalente dans le domaine fréquentiel. Ce traitement permettra de réaliser une compression plus efficace. On pourra récupérer l'image quasi identique à l'originale en faisant la transformation inverse.

Quant à **la quantification**, elle représente la phase non conservatrice de la compression JPEG, elle permet de réduire le nombre de bits nécessaire au stockage de l'image, en diminuant de sa qualité. Pour réaliser cela, elle réduit chaque valeur de la matrice DCT en la divisant par la valeur correspondante dans la matrice de quantification, qui est elle fixée par le facteur de qualité.

4 - Calcul du taux de compression

- **Calcul de la taille avant compression :** Chaque pixel d'une image non compressée est codé sur un octet (8 bits). Une image de taille 512x512 contient 262,144 pixels, sa taille est donc de 262,144 octets, ce qui est équivalent à :

$$256 \text{ Ko} = 262,144 \text{ octets} = 2,097,152 \text{ bits}$$

- **Calcul de la taille après compression :** On suppose que chaque image de format 8x8 se dédouble jusqu'à arriver à un format 512x512, on aura donc 4,096 blocs de 8x8 pixels.
Pour calculer la taille d'un bloc, on somme le produit de la taille du code Huffman par le nombre d'occurrences de chaque valeur, comme illustré dans la formule suivante :

$$\text{Taille après compression} = 4096 \times \sum_{var=0}^{nbVar} \left(nbOccurrences_{var} \times TailleCodeHuffman_{var} \right)$$

- **Calcul du taux de compression :** Pour calculer le taux de compression d'une image, il suffit d'appliquer la formule suivante :

$$\text{Taux de compression} = 100 \times [1 - (\text{Taille après compression} \div \text{Taille avant compression})]$$

Donc en appliquant ces calculs sur les images précédentes, on se retrouve avec les résultats présentés dans les tableaux ci-dessous.

Image 0			Image 1		
Taille avant compression	Taille après compression	Taux de compression	Taille avant compression	Taille après compression	Taux de compression
256 Ko	45.5 Ko	82.22%	256 Ko	40 Ko	84.37%

Image 2			Image 3		
Taille avant compression	Taille après compression	Taux de compression	Taille avant compression	Taille après compression	Taux de compression
256 Ko	35 Ko	86.32%	256 Ko	42 Ko	83.59%

5 - Calcul de la matrice d'erreurs

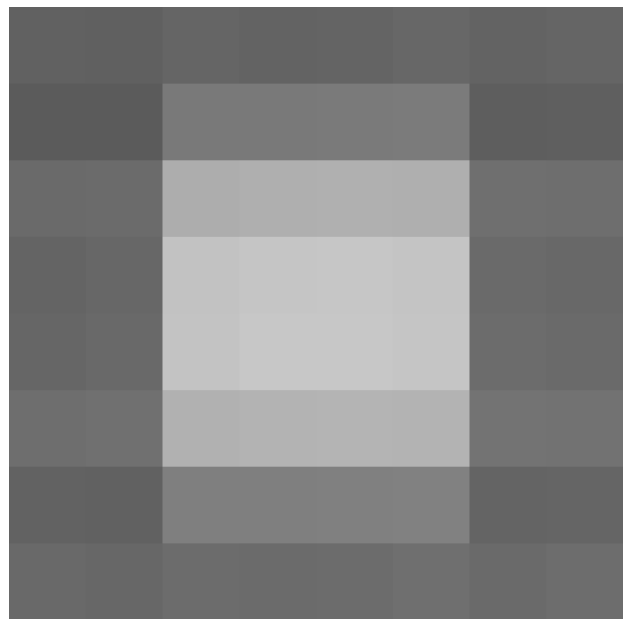
Pour calculer la matrice d'erreur, on va soustraire la matrice DCT inverse, à la matrice des pixels de l'image d'origine.

$$MATRICE\ D'ERREURS = MATRICE\ DCT\ INVERSE - MATRICE\ PIXELS\ ORIGINALE$$

- Image 0 -



- Image 0 originale -



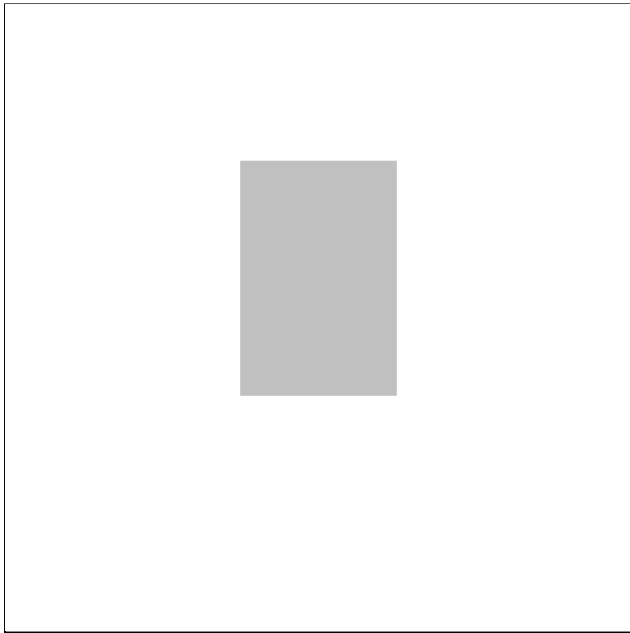
- Image 0 après compression -

- Visualisation de l'image 0 -

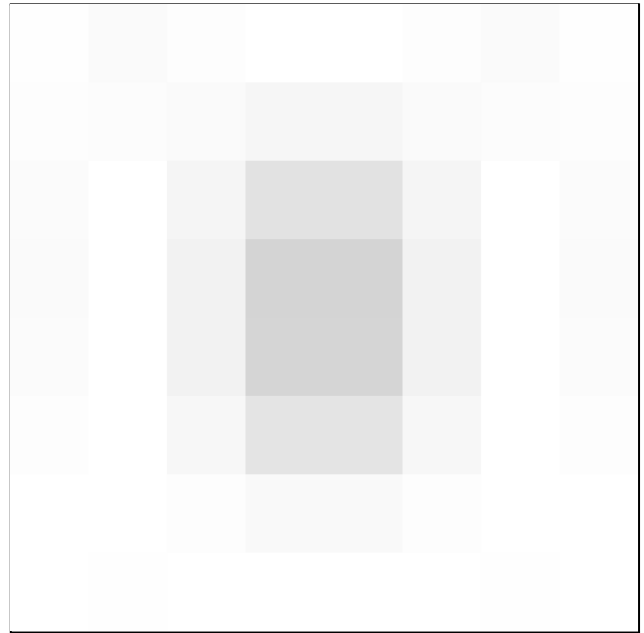
[[	3	4	-1	1	0	-3	1	-1]
[	9	9	-21	-21	-22	-23	6	5]
[	-6	-7	27	25	24	25	-11	-10]
[	0	-3	6	3	2	4	-6	-4]
[	-2	-5	5	1	-19	13	2	-6]
[	-10	-12	23	21	20	-29	-15	36]
[	2	3	-27	29	2	51	0	-1]
[	-5	-3	-8	-7	-8	-11	-6	-9]]]

- Matrice d'erreurs de l'image 0 -

- Image 1 -



- Image 1 originale -



- Image 1 après compression -

- Visualisation de l'image 1 -

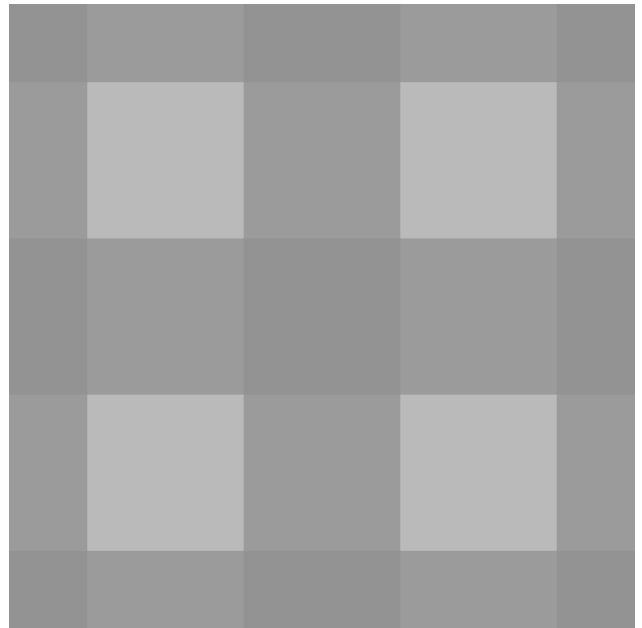
[	[	1	5	2	0	0	2	5	1]
	[	2	3	5	9	9	5	3	2]
	[	4	0	10	-34	-34	10	0	4]
	[	5	0	13	-20	-20	13	0	5]
	[	4	0	13	-21	-21	13	0	4]
	[	2	0	8	27	27	8	0	2]
	[	0	0	2	6	6	2	0	0]
	[	0	1	0	0	0	0	1	0]]

- Matrice d'erreurs de l'image 1 -

- Image 2 -



- Image 2 originale -



- Image 2 après compression -

- Visualisation de l'image 2 -

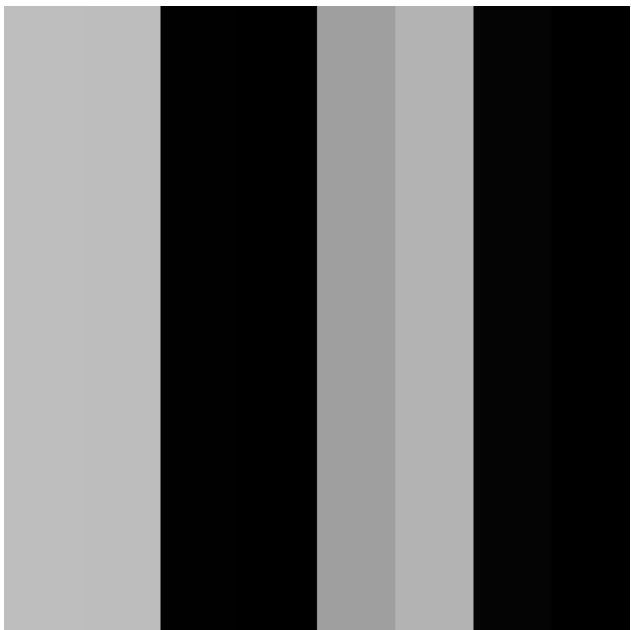
[	[	5	-3	-3	5	5	-3	-3	5]
	[	-3	6	6	-3	-3	6	6	-3]
	[	-3	6	6	-3	-3	6	6	-3]
	[	5	-3	-3	5	5	-3	-3	5]
	[	5	-3	-3	5	5	-3	-3	5]
	[	-3	6	6	-3	-3	6	6	-3]
	[	-3	6	6	-3	-3	6	6	-3]
	[	5	-3	-3	5	5	-3	-3	5]]

- Matrice d'erreurs de l'image 2 -

- Image 3 -



- Image 3 originale -



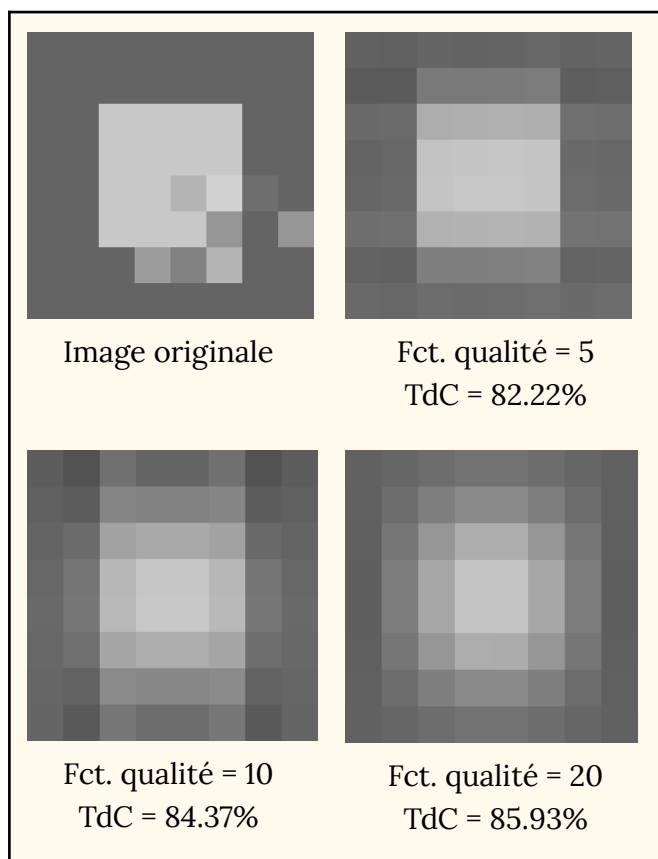
- Image 3 après compression -

- Visualisation de l'image 3 -

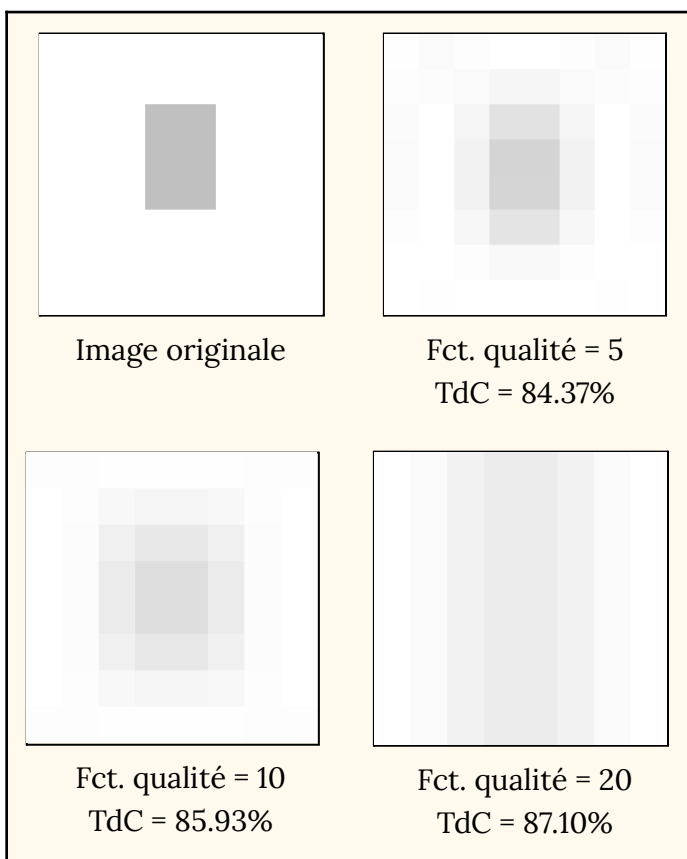
[	[	2	3	-1	0	-7	13	-4	0]
	[	2	3	-1	0	-7	13	-4	0]
	[	2	3	-1	0	-7	13	-4	0]
	[	2	3	-1	0	-7	13	-4	0]
	[	2	3	-1	0	-7	13	-4	0]
	[	2	3	-1	0	-7	13	-4	0]
	[	2	3	-1	0	-7	13	-4	0]
	[	2	3	-1	0	-7	13	-4	0]
]								

- Matrice d'erreurs de l'image 3 -

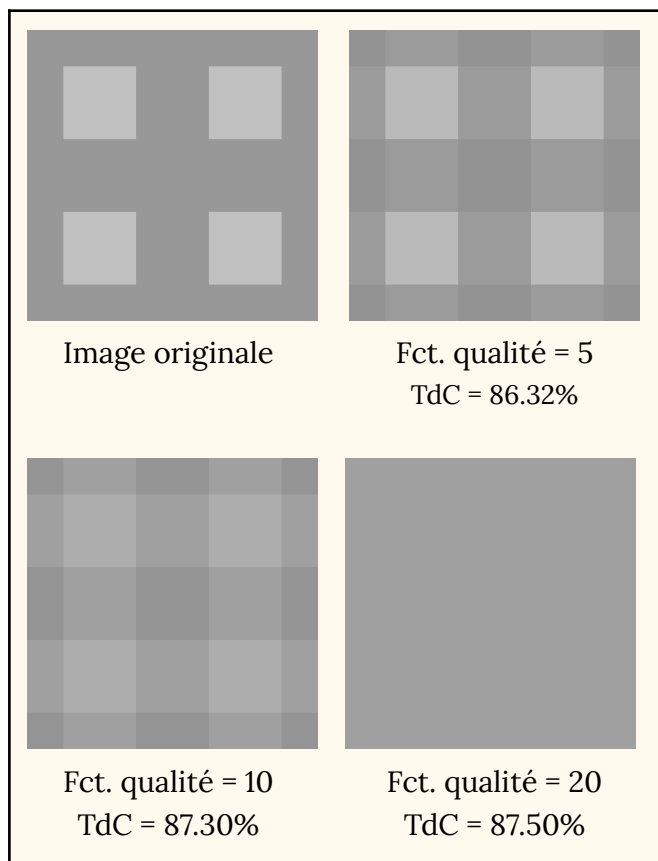
6 - Comparaison des facteurs de qualité



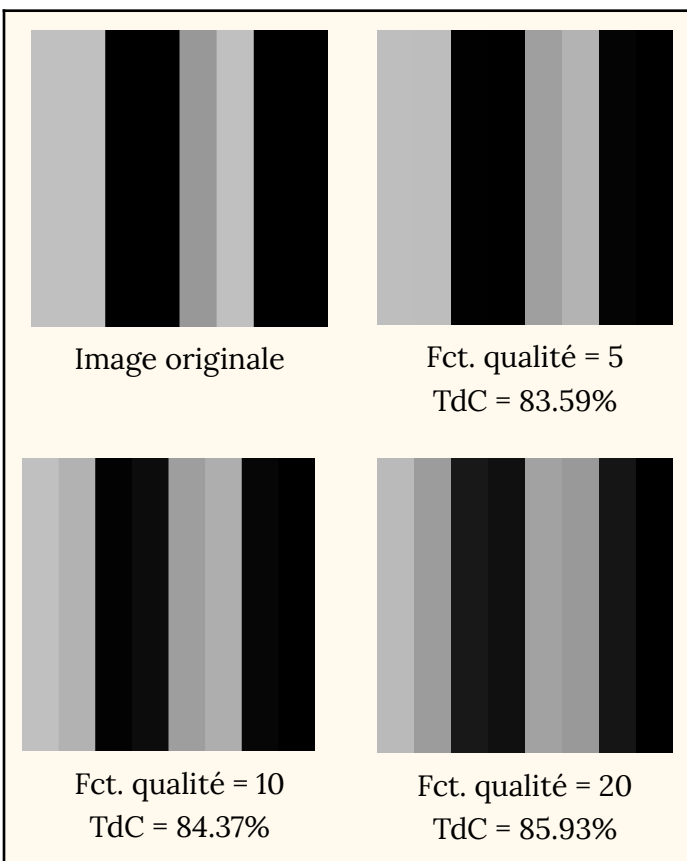
- Image 0 -



- Image 1 -



- Image 2 -



- Image 3 -

Les figures ci-dessus représentent les images traitées durant ce TP, ainsi que la visualisation de leurs compressions avec chacun des facteurs de qualité 5, 10 et 20. Il y a également le taux de compression (*noté TdC*) correspondant au taux de compression de chaque image compressée par rapport à l'image originale.

On remarque de toutes ces informations, que plus le facteur de qualité augmente, plus le taux de compression s'élève, cependant, on constate également que la qualité de l'image se détériore proportionnellement à ce facteur.

Conclusion : En choisissant un facteur de qualité très élevé, le résultat donne un taux de compression important pour une qualité d'image médiocre. En choisissant des facteurs de qualité petits, la qualité de l'image reste très bonne mais le taux de compression n'aura rien d'extraordinaire.

Donc, pour une utilisation optimale de la compression JPEG, il faut trouver le juste milieu qui satisfait ces deux contraintes : avoir un bon taux de compression tout en gardant une qualité d'image similaire à l'original pour la perception de l'œil humain.

Conclusion générale

Nous avons donc vu dans ce TP les différentes étapes et opérations qu'effectue l'algorithme JPEG sur une image donnée pour la compresser : construction de la matrice DCT, quantification de la matrice DCT et son codage avec l'algorithme Huffman.

Nous avons également vu le processus de décompression, pour qui la restitution de l'image nécessite que l'on fasse toutes les opérations précédentes dans l'ordre inverse : d'abord rétablir la matrice DCT quantifiée en suivant le chemin inverse de Huffman, puis rétablir la matrice DCT déquantifiée en multipliant les éléments de la matrice par ceux de la matrice correspondante au facteur de quantification utilisé, et terminer en rétablissant la matrice de pixels à l'aide d'une transformation DCT inverse.

Enfin, nous avons vu en détail le facteur de quantification et les différents impacts qu'il peut avoir selon sa valeur sur le taux de compression et sur la qualité de l'image compressée.