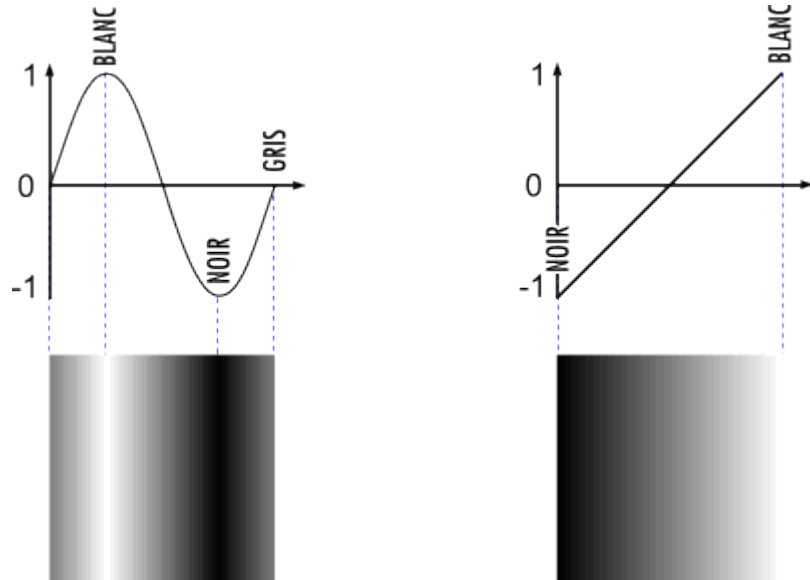


## Comment ça marche le JPEG ?

On peut utiliser la valeur du signal pour signifier un niveau de gris. Par exemple, -1 pour noir, 0 pour gris et 1 pour blanc:



Signaux et dégradés de niveaux de gris horizontaux

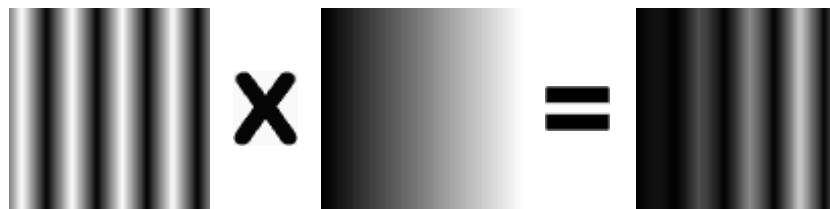
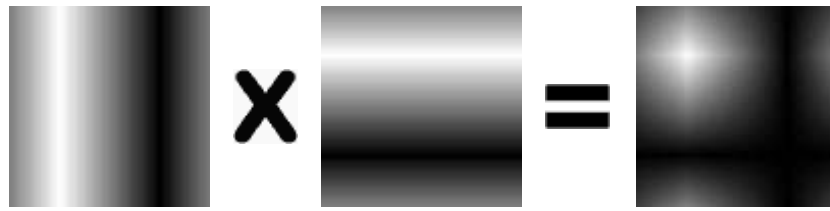
On peut aussi se servir du signal pour un dégradé vertical:



Signaux et dégradés de niveaux de gris verticaux

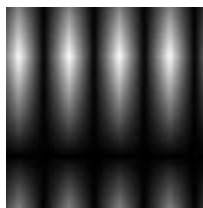
Si on prend un dégradé vertical et un dégradé horizontal, on peut les multiplier entre eux sur toute la surface:





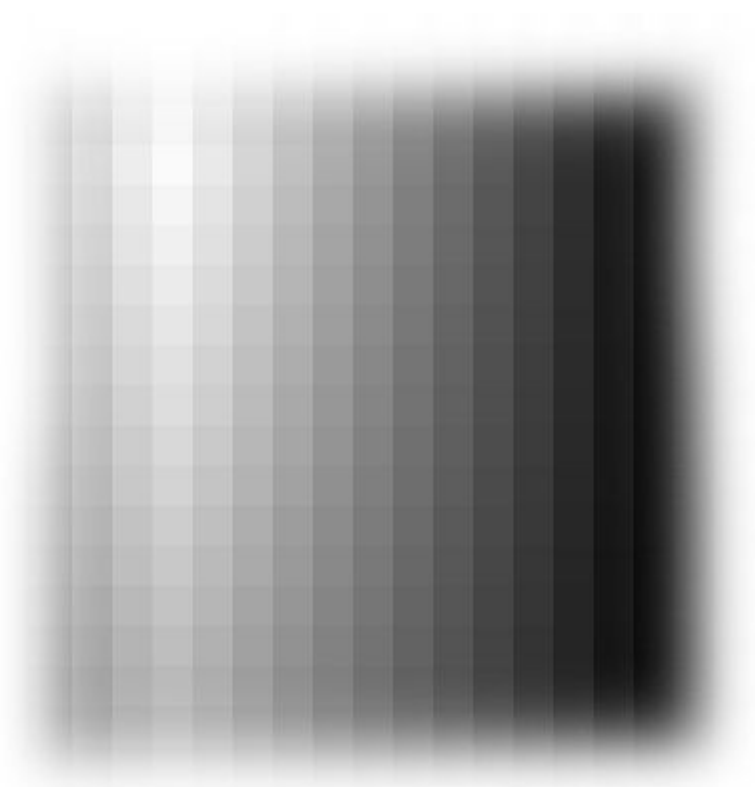
**Signaux et dégradés de niveaux de gris horizontaux**

Imaginons que nous ayons l'image suivante:



**Notre image à enregistrer**

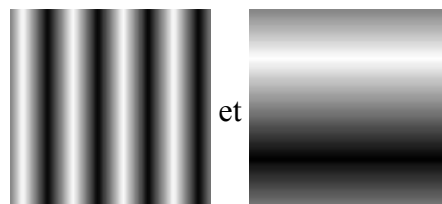
Cette image est composée d'une mosaïque de petits carrés : des pixels.



**Un détail de notre image à enregistrer**

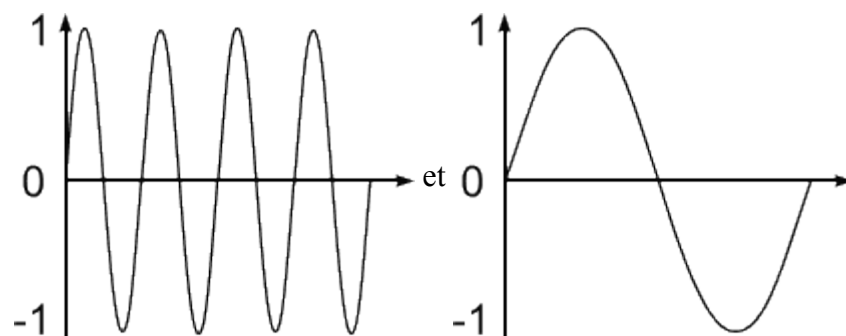
Pour l'enregistrer dans un fichier, il faut mémoriser la valeur (la couleur) de chacun des pixels (des petits carrés). Notre petite image fait 100 pixels de largeur par 100 de hauteur : il va nous falloir mémoriser 10 000 valeurs.

On pourrait procéder autrement : comme pour le MP3, simplement enregistrer les fréquences des signaux qui composent cette image:



**Notre image à enregistrer peut être décomposée en ces deux images**

C'est à dire:



**Les signaux correspondant aux deux images**

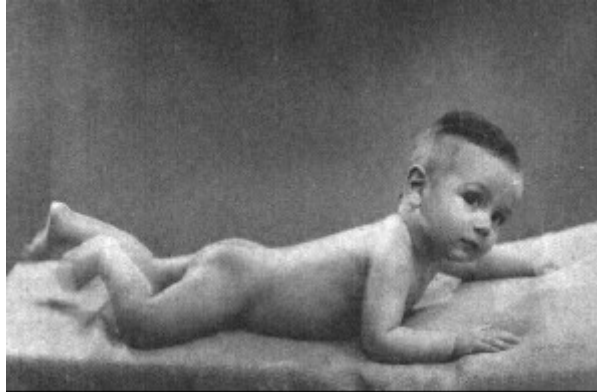
Donc, au lieu d'enregistrer la valeur de chaque pixel (10 000 valeurs), on enregistre juste les 2 fréquences qui composent ce carré de pixels (2 valeurs).

C'est un peu comme cela que fonctionne le format JPEG (en fait pas tout à fait : les transformées de Fourier sont calculées directement en 2 dimensions, pas en 2 fois 1 dimension comme ci-dessus).

Voici comment on procède pour compresser une image en JPEG:

1. On découpe l'image en petits carrés de 8x8 pixels.
2. On recherche les fréquences composants chacun de ces carrés. On ne conserve qu'une partie de ces fréquences (plus ou moins selon la qualité d'image voulue).
3. En plus, on recherche plusieurs carrés qui ont des gammes de fréquences proches.

Essayons sur la photo suivante:



**L'image originale**

Compressons-la avec une qualité très basse (1%) et regardons ce qui s'est passé.



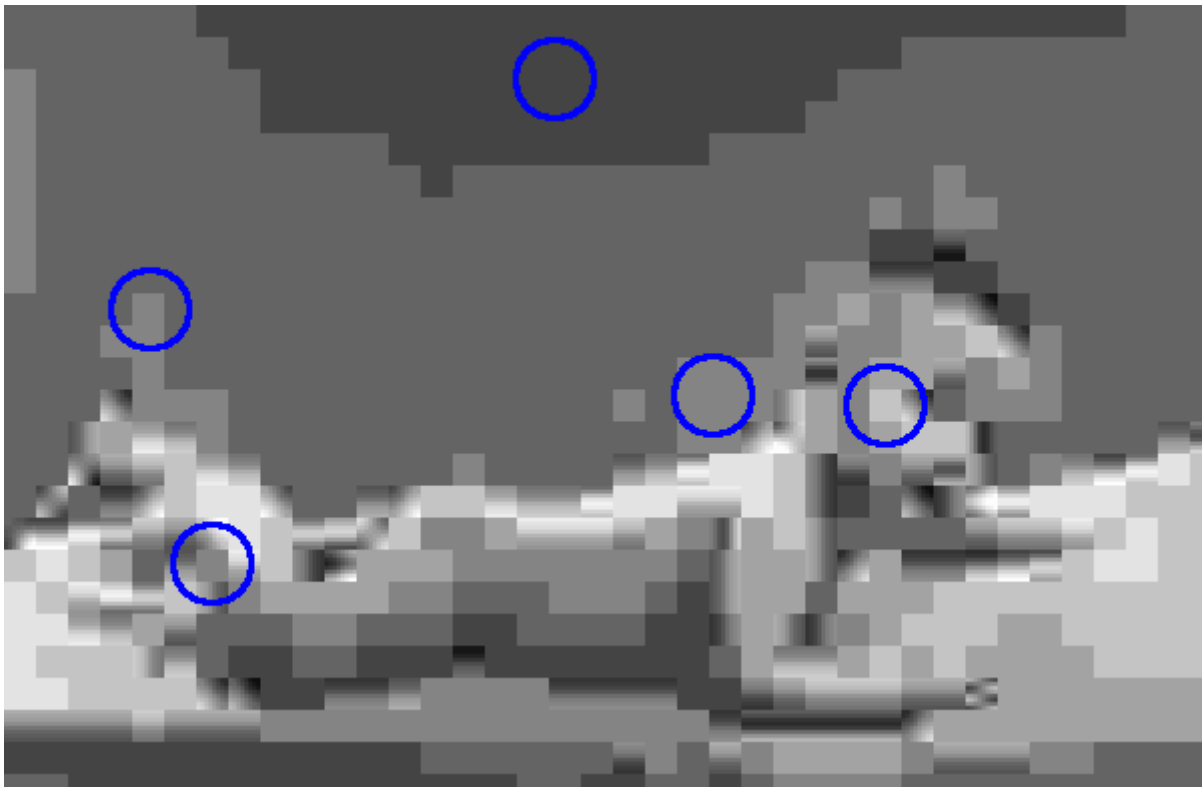
**L'image compressée en JPEG avec une qualité minimum**

Agrandissons un peu pour y voir un peu plus clair:



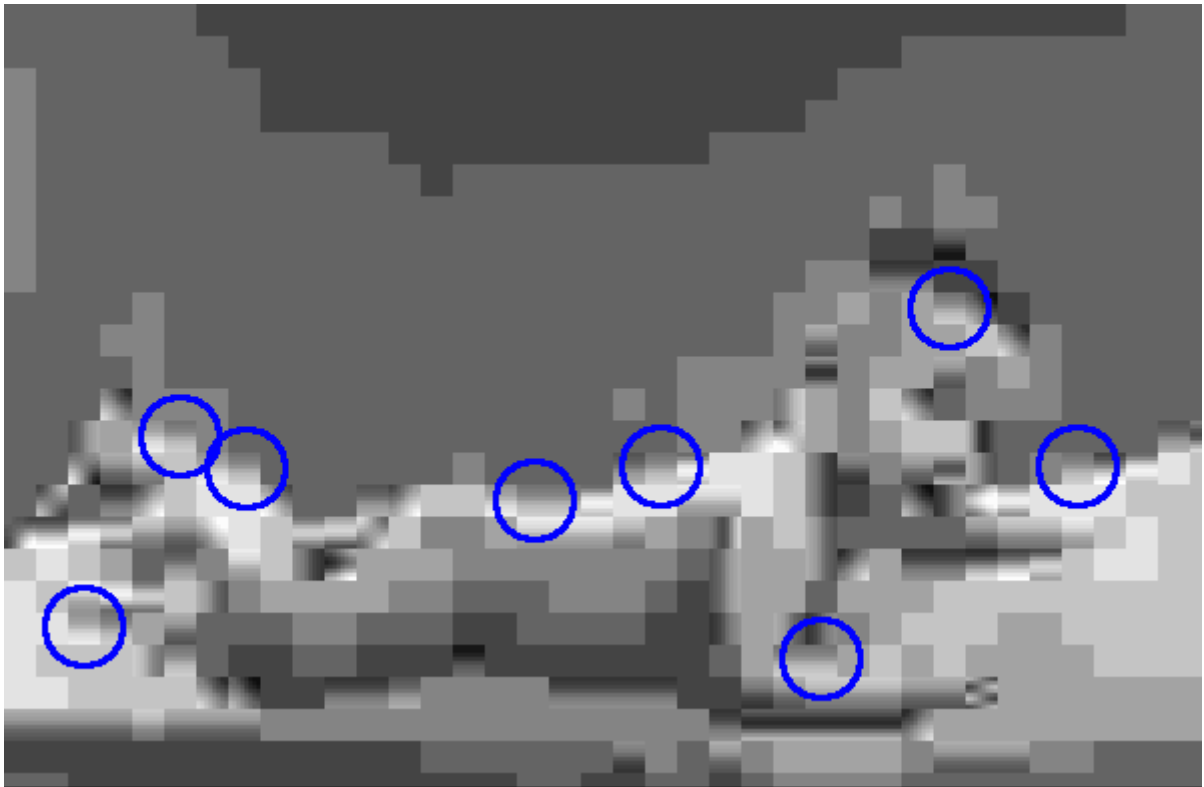
**Zoom sur cette image compressée**

On peut voir que l'image a été découpée en petits carrés de 8x8 pixels. Certains de ces carrés sont uniformes (une même couleur sur tout le carré):



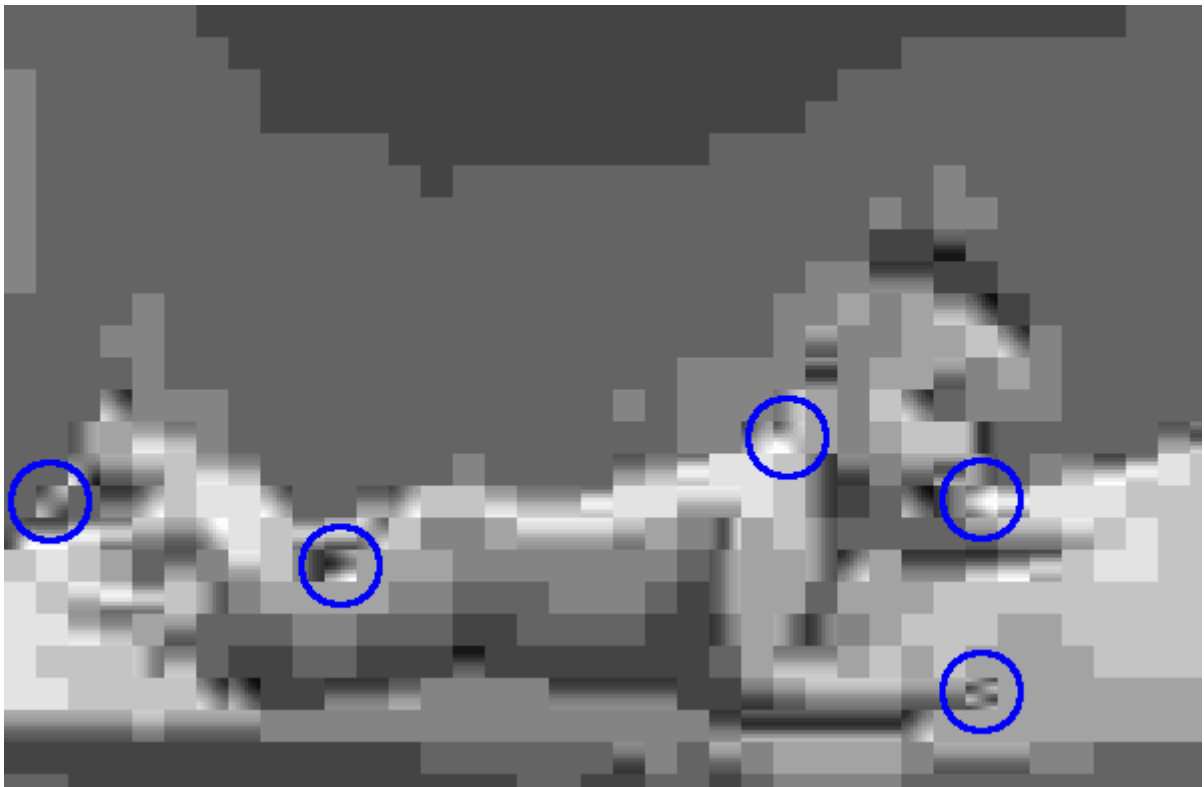
**Les carrés entourés en bleu sont uniformes**

D'autres comportent des dégradés simples (horizontaux ou verticaux). On peut remarquer que certains de ces carrés se retrouvent à plusieurs endroits:



**Les carrés entourés en bleu sont composés d'une seule fréquence (un seul signal)**

D'autres encore sont un peu plus complexes et comportent des mélanges de signaux de différentes fréquences:



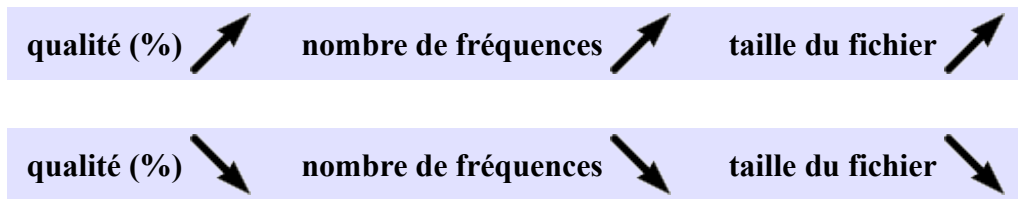
**Les carrés entourés en bleu sont composés de plusieurs fréquences (plusieurs signaux)**

Lorsque vous enregistrez un fichier JPEG (ou JPG), vous pouvez choisir la qualité (de 1% à 100%). Cette "qualité" correspond en fait à la quantité de fréquences à enregistrer dans le fichier JPEG.

Plus la qualité est élevée, plus on enregistre de fréquences dans le fichier, mais plus le fichier est

gros.

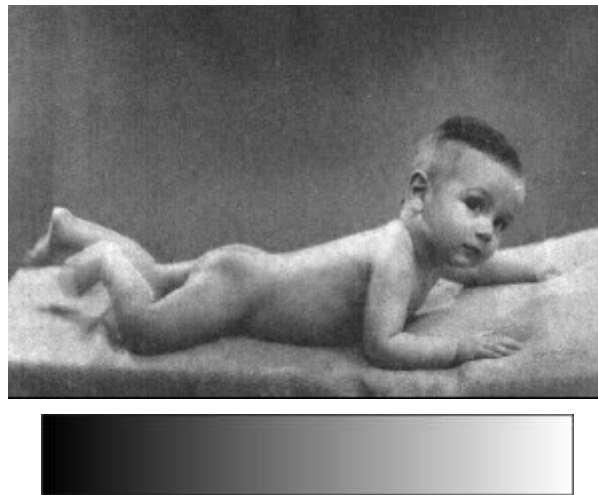
Au contraire, moins la qualité est élevée, moins on enregistre de fréquences et moins le fichier est gros.



Il y a un choix à faire entre la qualité d'image et la taille du fichier.

## Et la couleur ?

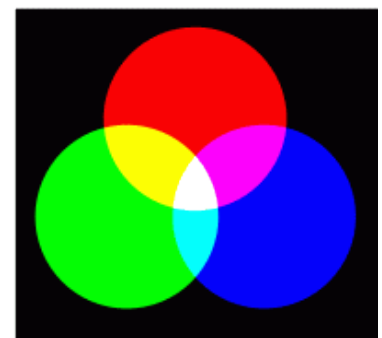
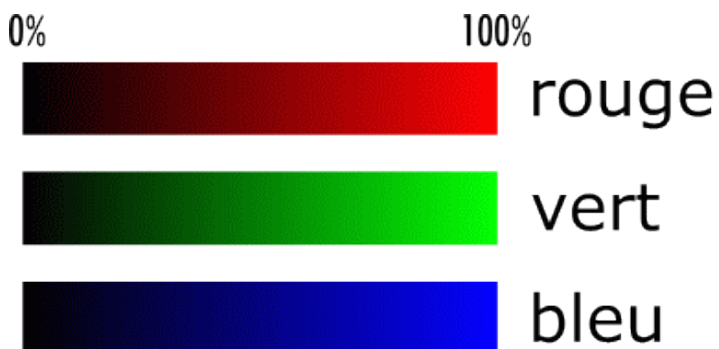
L'image suivante est en niveaux de gris.



On note un niveau de gris par une valeur (par exemple 0 pour le noir, 255 pour le blanc).

Sur ordinateur, votre écran est composé de minuscules pastilles de phosphore de 3 types : des rouges, des vertes et des bleues (vous pouvez peut-être les voir avec une bonne vue et une loupe).

Du coup, on enregistre la plupart des images en rouge, vert et bleu. C'est à dire que chaque pixel contient une certaine dose de rouge, vert et bleu:



En mélangeant rouge, vert et bleu dans différentes proportions, on peut reconstituer la plupart des couleurs.

Pour représenter une couleur, il suffit de 3 valeurs : la quantité de rouge, la quantité de vert et la quantité de bleu.

Il est possible d'exprimer les couleurs dans d'autres systèmes:

- CMJN : Cyan, Magenta, Jaune, Noir (c'est ce qui est utilisé pour l'imprimerie)
- HSV : Hue (Teinte), Saturation, Value (Luminosité)
- Lab : L (Luminosité), a (axe vert-rouge), b (axe jaune-bleu)
- etc.

Le format JPEG utilise le système YUV 4:2:2 (similaire au système Lab).

Pourquoi ce système ? Et bien l'oeil humain distingue mieux les variations de luminosité que les variations de couleur.

Ainsi, le JPEG note plus précisément les variations de luminosité (d'où le 4 pour la luminosité) et plus grossièrement les variations de couleur (d'où les 2:2 pour coder les couleurs).

Vous pouvez voir cela en enregistrant en JPEG des images avec des transitions violentes de couleur:



**L'image originale**



**Image en JPEG (couleur)**



**Image en JPEG (noir & blanc) - même qualité**

L'image du milieu et celle de droite ont été compressées avec la même qualité, mais dans celle de droite, on a supprimé les couleurs (il ne reste plus que la luminosité).

Si on zoom sur le cercle blanc:



**Ces deux images ont été enregistrées avec la même qualité**

Comme vous pouvez le voir dans l'image de gauche, les couleurs "bavent" beaucoup (bleus, jaunes...), alors que dans l'image de droite, les luminosités bavent beaucoup moins.



Cela est dû au fait que le format JPEG utilise moins d'informations pour mémoriser les couleurs, et plus d'informations pour mémoriser la luminosité. C'est pour cela que l'image de droite (qui n'a pas de couleurs) "bave" moins.

## Que veulent dire les initiales J.P.E.G. ?

**J.P.E.G.** signifie **Joint Experts Photographic Group**.

En fait, ce n'est pas un format d'image, mais un groupement de professionnels de l'image (industries, universités) qui ont conçu différentes méthodes de compression vidéo et audio.

L'un des formats conçus est le **JFIF**, que tout le monde appelle à tort JPEG (ou JPG).

Ils ont également spécifié des méthodes spéciales pour les images animées (et le son) : MPEG, ou Motion JPEG.

Il y a eu différentes spécifications (plus ou moins évoluées) :

- MPEG-1 (vidéo et audio bas et moyen débit, jusqu'à 1,5 Méga-bits/sec., dont le MP3 fait partie)
- MPEG-2 (vidéo et audio haut débit, dont le MP3 fait partie. C'est aussi le format utilisé par les DVD)
- MPEG-4 (vidéo, audio haut et bas débit, reconstruction 2D et 3D, etc.)
- MPEG-7 (systèmes d'indexation et de description de contenu (2D, 3D vidéo et audio...))

Notez bien que les MPEG ne sont que des spécifications, pas des standards. Chaque MPEG-x possède plusieurs *layers* (plusieurs parties). Certaines de ces parties ont été adoptées par l'industrie et transformées en standards.

Comme vous pouvez le voir, MP3 ne signifie **pas** MPEG-3, mais MPEG-2 Audio layer 3 ou MPEG-1 Audio layer 3.

Les fichiers MP3 que l'on trouve sur Internet sont souvent aussi bien du MPEG-1 que du MPEG-2 Layer 3.

Quand vous augmentez dans les layers (les couches), la complexité du décodeur MPEG augmente mais la qualité augmente également. Etant la puissance de calcul de nos ordinateurs de bureau, on peut sans problème utiliser la layer 3.