

Compression des images fixes

1) La compression JPEG	3
A) Principe	4
a) Découpage en bloc de 8x8 pixels	4
b) Transformation des couleurs.....	4
c) Sous-échantillonnage.....	5
d) La transformation DCT	5
e) La quantification	8
f) Parcours en ZIGZAG	10
g) Codage par longueur de plage et statistique	11
B) Résultats	11
2) La compression JPEG2000	13
A) La transformée en ondelettes.....	13
B) Algorithme JPEG 2000	15
C) Les avantages.....	16
3) Quelques exemples de format graphiques courants	17
A) Le format BMP (.bmp)	17
B) Le format TIFF (.tif)	17
C) Le format GIF (.gif)	18
D) Le « format JPEG » (.jpg).....	19
E) Le format PNG (.png).....	20
F) Techniques de compression utilisées.....	21
G) Comparatif	22

1) La compression JPEG

L'histoire commence à la fin des années 80, lorsque deux importants groupes de normalisation, le CCITT (Consultative Committee for International Telegraph and Telephone) et l'ISO (Organisation Internationale de Standardisation) appuyés par divers groupes industriels et universitaires, décidèrent de créer une norme internationale pour la compression des images fixes.

La mise en place d'un standard international était devenue nécessaire pour archiver ou pour faciliter l'échange des images dans des domaines aussi variés que les photos satellites, l'imagerie médicale, la télécopie couleur, ou la cartographie... C'est ainsi que fut créé le groupe JPEG (Joint Photographic Experts Group) à l'origine de la norme qui porte son nom.

Cette norme comprend des spécifications pour les codages de l'image, sans et avec distorsion.

Le groupe JPEG avait retenu les contraintes d'exploitation suivantes :

- possibilité d'affichage séquentiel ou progressif,
- possibilité de modes de compression sans dégradation,
- possibilité d'implémentation hard ou soft,
- décodage compatible avec les performances d'un réseau Numéris (64 kbits/s).

Les objectifs étaient ambitieux puisque l'on souhaitait conserver une qualité correcte tout en réduisant le poids de l'image codée.

- 2.25 bits/pixel : une image visuellement identique à l'originale,
- 0.75 bit/pixel : une image de qualité excellente,
- 0.25 bit/pixel : une image de qualité visuelle moyenne,
- 0.08 bit/pixel : une image encore reconnaissable !

Des algorithmes candidats ont été comparés sur 5 images couleur 16 bits. 3 techniques ont été pré-retenues en 1987. La technique à base de DCT a été retenue en 1988... La norme parut en 1993.

La qualité de l'image doit être paramétrable. Les données sont d'autant plus compressées que la qualité exigée est faible. La norme JPEG n'impose pas de format de fichier. Le processus de compression est applicable en principe à toutes les sources d'images numérisées.

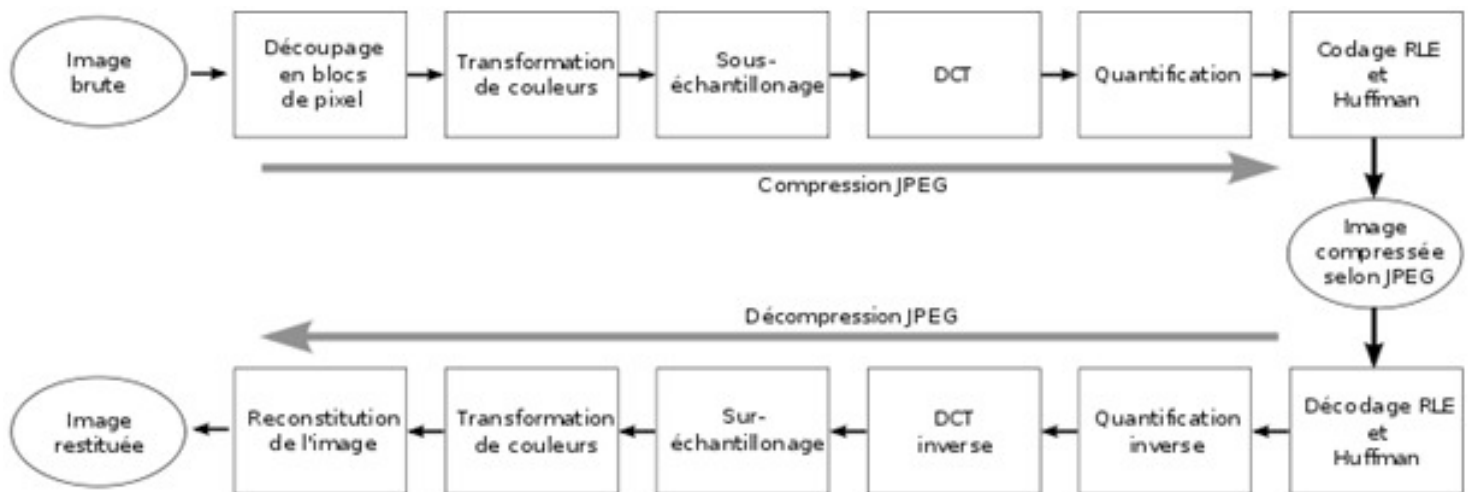
Les spécifications n'indiquent pas la dimension de l'image et le nombre de pixels, ni le type de codage des données représentant la couleur.

A) Principe

La compression est réalisée en réduisant toutes les formes possibles de redondance qu'une image peut présenter : la redondance spatiale, la redondance subjective et la redondance statistique.

Ainsi, La DCT permet de condenser l'information initiale, (par diminution de l'entropie), les composantes transformées sont quantifiées selon un critère « psychovisuel » puis l'information statistiquement redondante est éliminée par plusieurs techniques successives.

La chaîne d'un codage/décodage de type JPEG correspond au schéma suivant :



a) Découpage en bloc de 8x8 pixels

Afin de faciliter les étapes de traitement à venir, on découpe l'image en bloc de 8x8 pixels. On aura alors des éléments normalisés de taille identique. Le traitement intégral d'une image en une seule passe demanderait beaucoup trop de calculs, ce qui augmenterait considérablement le temps nécessaire pour compresser l'image.

b) Transformation des couleurs

On peut noter que l'œil est beaucoup plus sensible à de faibles variations d'intensité lumineuse (luminance) qu'à celles de la couleur (chrominance) : les informations sur la couleur peuvent donc être davantage compressées que celles sur la luminance.

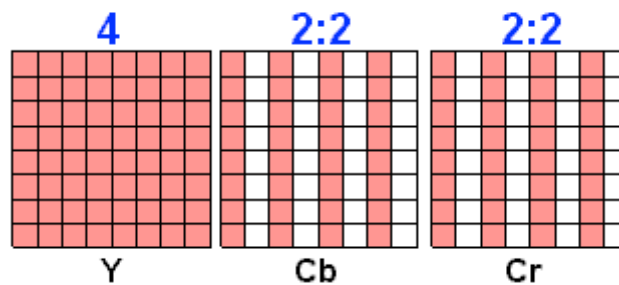
Ainsi si l'image initiale est codée sous une forme RVB, une séparation luminance-chrominance sera d'abord effectuée de manière à gérer différemment la compression pour les différentes composantes.

On utilise une transformation conduisant à un codage Y Cb Cr selon les équations:

- $Y=0.3R+0.587V+0.114B$
- $Cr=R-Y$
- $Cb=B-Y$

c) Sous-échantillonnage

Pour les raisons déjà évoquées on sous-échantillonne la chrominance par rapport à la luminance dans un rapport comparable à celui utilisé en 4 :2 :2. On l'appelle dans ce cas **2h1v**, c'est à dire que le applique une compression d'un taux de 2 horizontalement et 1 verticalement



d) La transformation DCT

La transformation est réalisée, non pas sur l'image entière, mais sur des blocs de 8 x 8 pixels. En effet, les matrices doivent être carrées et une taille plus grande serait trop coûteuse en temps de calcul.

La première étape consiste donc à découper l'image en bloc de 8x8 pixels qui seront analysés indépendamment, comme nous l'avons déjà évoqué.

A partir des valeurs $f(x,y)$ du bloc considéré de $N \times N$ pixels, la transformation calcule les coefficients $C(u,v)$ par :

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

$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{2}} & \text{pour } u = 0 \\ 1 & \text{pour } u = 1, \dots, N-1 \end{cases}$$

avec :

Le calcul d'un coefficient transformé tient compte de l'ensemble des coefficients et de la position du coefficient concerné.

Il est possible d'effectuer la transformation inverse pour revenir aux coefficients de départ, ce qui autorise le décodage:

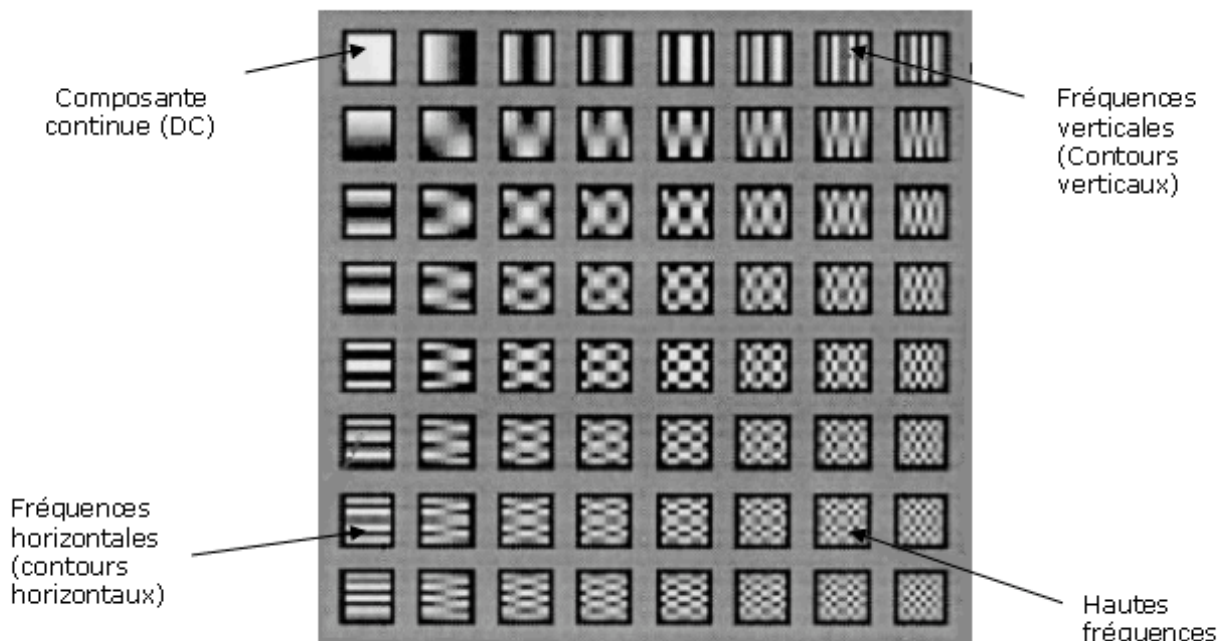
$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} \alpha(u) \alpha(v) C(u, v) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

La DCT est donc effectuée sur chaque matrice 8x8 de valeurs de pixels, et elle donne une matrice 8x8 de coefficients significatifs de fréquences spatiales : l'élément (0,0) représente la valeur moyenne du bloc (appelé coefficient DC), les autres (coefficients AC) fournissent la puissance spectrale pour chaque fréquence spatiale.

La DCT est conservatrice si on ne prend pas en compte les erreurs d'arrondis qu'elle introduit. La matrice C transformée par DCT présente la propriété de regrouper les valeurs les plus élevées dans le coin supérieur gauche de la matrice (les valeurs devenant d'autant plus faibles que l'on s'approche du coin inférieur droit, donc que l'on se situe dans les "hautes fréquences").

Ainsi le maximum d'information sur l'image se trouve concentré sur la partie supérieure gauche de la matrice et la compression de l'image sera facilitée.

Contenu d'un bloc 8x8 après DCT :



Principes de l'audiovisuel - Vincent MAZO - EFREI 2012/2013

Exemple :

On considère la Matrice A des valeurs $f(x,y)$ des pixels d'un bloc :

A =

140	144	147	140	140	155	179	175
144	152	140	147	140	148	167	179
152	155	136	167	163	162	152	172
168	145	156	160	152	155	136	160
162	148	156	148	140	136	147	162
147	167	140	155	155	140	136	162
136	156	123	167	162	144	140	147
148	155	136	155	152	147	147	136

On obtient après transformation la matrice C des composantes transformées, après une première transformation destinée à obtenir des entiers :

M=

1209	-17	14	-8	23	-9	-13	-18
20	-34	26	-9	-10	10	13	6
-10	-23	-1	6	-18	3	-20	8
-8	-5	14	-14	-8	-2	-3	8
-3	9	7	1	-11	17	18	15
3	-2	-18	8	8	-3	0	-6
8	0	-2	3	-1	-7	-1	-1
0	-7	-2	1	1	4	-6	0

e) La quantification

La quantification représente la phase non conservatrice du processus de compression JPEG. Elle réduit le nombre de bits nécessaires : chaque valeur de la matrice DCT est divisée par un nombre (quantum), fixé par une table (mémorisée sous la forme d'une matrice 8 x 8) de quantification, puis arrondie à l'entier le plus proche.

La valeur du quantum est d'autant plus élevée que l'élément correspondant de la matrice DCT contribue peu à la qualité de l'image, donc qu'il se trouve éloigné du coin supérieur gauche.

C'est pourquoi les matrices de quantification comportent généralement des valeurs constantes selon des diagonales ascendantes mais croissantes d'une diagonale à la suivante. Cet accroissement constitue le pas du quantum, ou le " facteur de qualité ", car la perte de précision sera d'autant plus grande que ce pas sera élevé.

Les matrices de quantification doivent être connues du décodeur donc transmises avec l'image. Cela ne permet pas d'ajuster la matrice de quantification au bloc à traiter.

Dans la norme JPEG, seules 4 matrices de quantification peuvent être transmises dans 1 image. Des jeux de matrices ont été proposées par les membres du comité JPEG et sont publiés dans la recommandation CCIR-601. Les matrices dépendent du logiciel utilisé. Un exemple de matrice de quantification Q est donné ci-dessous :

16*Q=

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

La matrice quantifiée devient donc (après arrondi en nombres entiers) :

MQ=

1209	-24	22	-8	15	-3	-4	-4
26	-45	29	-7	-6	2	3	1
-11	-28	-1	4	-7	0	-4	0
-9	-4	10	-7	-2	0	0	2
-2	6	3	0	-2	2	2	3
2	0	-5	2	1	0	0	-1
2	0	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	0	0	0	0

Ce sont les éléments de cette matrice qui vont être codés par l'algorithme. On remarque la grande valeur du premier coefficient (1,1) de cette matrice. Ce coefficient exprime la valeur moyenne des valeurs de niveau gris du bloc de l'image (après transformation). Sur un bloc uniforme, c'est la seule valeur non nulle des coefficients.

Cette valeur est souvent très proche d'un bloc au suivant dans l'image : ce coefficient sera codé d'une manière différente de tous les autres, par un codage différentiel. Le coefficient DC d'un bloc étant corrélé avec le coefficient DC du bloc précédent, il est donc plus efficace de coder simplement la variation d'un bloc à l'autre.

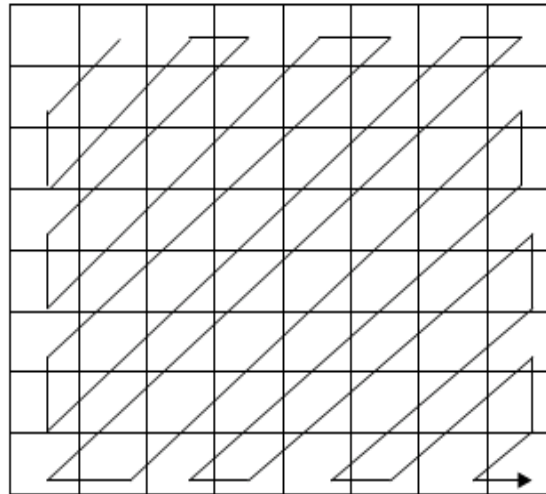
$$E(k)=DC(k)-DC(k-1).$$

Il s'agit d'un codage appelé « Differential Pulse Code Modulation » (DPCM). Il s'agit donc d'un codage de type prédictif.

On remarque par ailleurs que de nombreuses valeurs ont été transformées en 0 dans la partie inférieur droite du tableau.

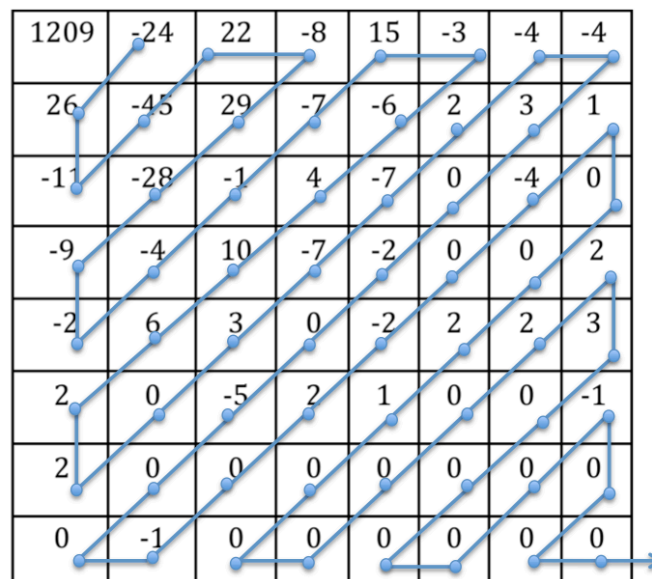
f) Parcours en ZIGZAG

Les autres coefficients (coefficients AC) vont être codés en parcourant les éléments dans l'ordre imposé par une séquence particulière en zigzag :



Cette lecture en zigzag est justifiée par les valeurs proches des coefficients le long des diagonales ascendantes. Elle a pour but de rapprocher des valeurs identiques et de reporter le maximum de valeurs nulles vers la fin de la séquence.

En appliquant ceci à l'exemple précédent, le parcours en zigzag aboutit au résultat suivant :



Et les coefficients ainsi parcourus se trouvent alors dans l'ordre :

-24, 26, -11, -45, 22, -8, 29, -28, -9, -2, -4, -1, -7, 15, -3, -6, 4, 10, 6, 2, 2, 0, 3, -7, -7, 2, -4, -4, 3, 0, -2, 2, 0, -1, 0, 0, 1, 2, 0, 2, 2, 3, -1, 0, 0, 0, 0

a

b

g) Codage par longueur de plage et statistique

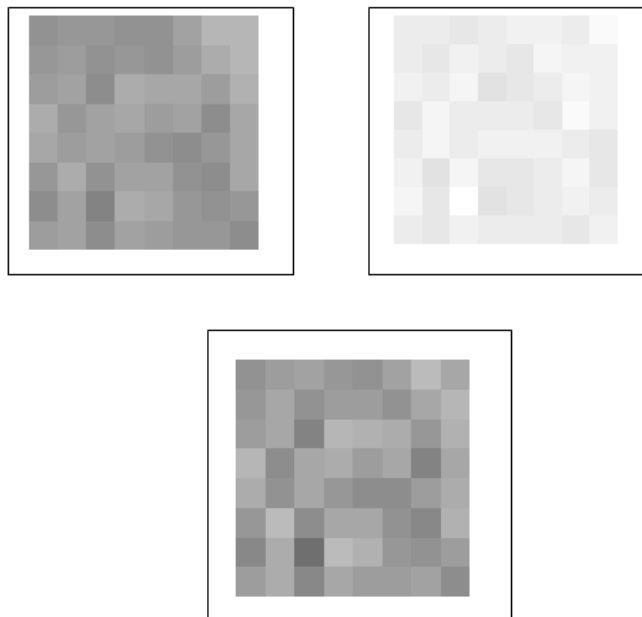
Cette séquence est alors codée en utilisant un codage de type RLC (de type {plage nulle, valeur}) auquel est ajouté un codage de Huffman (qui est appliqué également à la suite des coefficients DC). Cela permet de tirer parti des coefficients à 0 introduits par la quantification et mis à la suite les uns des autres par le parcours en zigzag.

B) Résultats

c

Les taux de compression obtenus peuvent être impressionnants, mais au détriment de la qualité de l'image obtenue. Ils restent difficiles à interpréter car ils dépendent de la nature de l'image. En effet certaines images seront plus faciles que d'autres à compresser en fonction de leur contenu.

Visuellement, la figure ci-dessous (a) et (b) montre l'image initiale et celle du bloc d'erreur ci-dessus (très agrandie et présentée en négatif pour mieux mettre en évidence les faibles valeurs de luminance). L'œil est peu sensible à ces écarts de luminance sur une telle image. L'image après décodage (c) a une apparence proche de l'image originale :

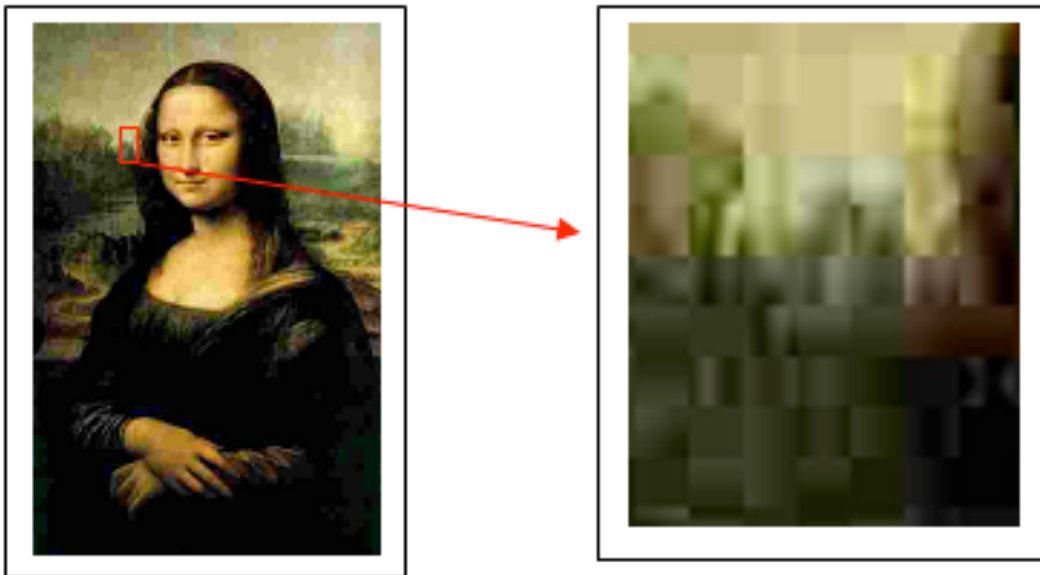


Lorsqu'on souhaite des taux de compression élevés (généralement, les logiciels proposent une qualité de l'image sur une échelle de 0 à 10), la matrice de quantification supprime plus encore de coefficients en partant du coin inférieur droit.

Au taux de compression le plus élevé (qualité la plus faible), seul le coefficient DC est conservé : le bloc de 8x8 pixels est remplacé par la valeur moyenne des valeurs du bloc. Et tous les détails sont supprimés.

C'est aux frontières des blocs que la compression devient de plus en plus visible lorsque le taux de compression devient plus élevé. C'est d'autant plus visible car l'œil est plus sensible aux frontières des objets qu'aux changements lents de luminance. L'effet est accentué par la répétition d'un motif géométrique dans l'image (blocs carrés de 8x8).

Dans les zones à fort gradient (contours d'objets dans les images), les frontières s'élargissent et présentent alors un effet d'escalier. La figure suivante montre les effets d'une compression JPEG de l'image de la Joconde, pour une qualité très basse. A faible résolution, sur l'image complète, l'effet de la compression est peu visible. A la résolution initiale, les blocs de 8x8 pixels sont apparents de manière inadmissible.



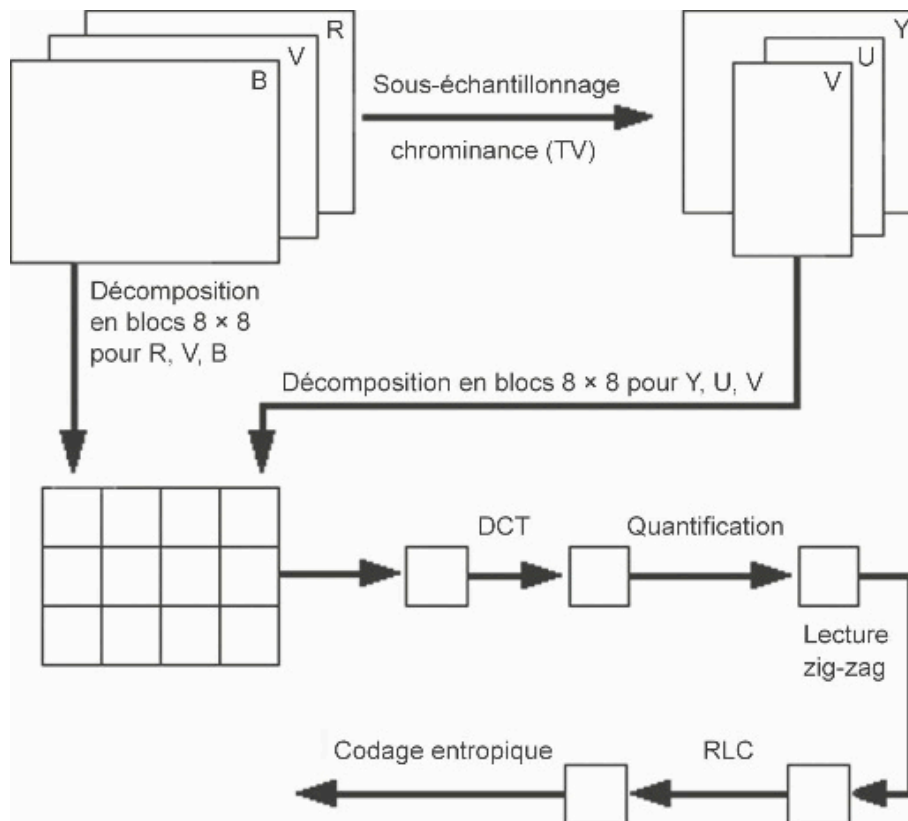
L'image initiale de 387 x 600 pixels représente 696 600 octets si elle est codée en couleurs sur 8 bits ($387 \times 600 \times 3$). A ce taux de compression, le fichier ne représente plus que 7426 octets en conservant le même format, soit un taux de compression de 93...

La caractéristique la plus importante de cette norme est le paramétrage de la qualité de l'image, qui est fait par le choix de la matrice de quantification : la norme JPEG donne à l'utilisateur une très grande flexibilité sur le choix de la qualité de l'image en fonction des contraintes de rendu visuel et de capacité de stockage.

La norme JPEG présente trois défauts majeurs :

- L'image a tendance à apparaître comme une composition de blocs de 8x8 pixels aux endroits les plus sensibles.
- L'algorithme de compression nécessite une puissance de traitement égale pour la compression et la décompression (due en grande partie à la transformation DCT ou DCT inverse).
- La norme JPEG n'impose pas de format de fichier ce qui ne résout pas tous les problèmes de compatibilité.

On peut résumer les différentes étapes par le diagramme suivant :



2) La compression JPEG2000

La compression en JPEG 2000 fonctionne sur un principe proche de la compression JPEG. Cependant la DCT a été remplacée par une autre transformation, la DWT (Discrete Wavelet Transform)

A) La transformée en ondelettes

Le principe de la transformée en ondelette s'articule autour d'un fonctionnement très différent de la DCT pour arriver in fine à un résultat sensiblement meilleur du point de vue de la compression réalisé. Cette transformation remplace la DCT pour la compression jpeg 2000.

L'idée consiste à sous-échantillonner l'image récursivement en conservant les différences entre 2 étapes successives.

On tente alors d'identifier l'image à des motifs prédéfinis appliquant des transformations pour les faire correspondre au signal à coder.



Ondelette mère

Ondelette fille (déformée)

Il s'agit d'un système d'analyse multi-résolution qui fonctionne comme un jeu de filtres conduisant à l'obtention de plusieurs fichiers correspondant à un découpage du spectre du signal en un ensemble de bandes de fréquences. C'est ce qu'on appelle un codage en sous-bandes (subband coding) ; ce type de codage est classiquement utilisé dans les systèmes de compression des signaux audio.

La réalisation d'un système de compression par ondelettes met en œuvre, selon une structure arborescente (arbre de Mallat), une batterie de filtres numériques dont les réponses impulsionnelles correspondent à une famille d'ondelettes.

La structure pyramidale comprend, à chaque niveau, une paire de filtres : l'un passe-bas donne une approximation lissée du signal, l'autre passe-haut retient au contraire uniquement les détails. L'opération s'effectue successivement selon les deux dimensions X et Y.

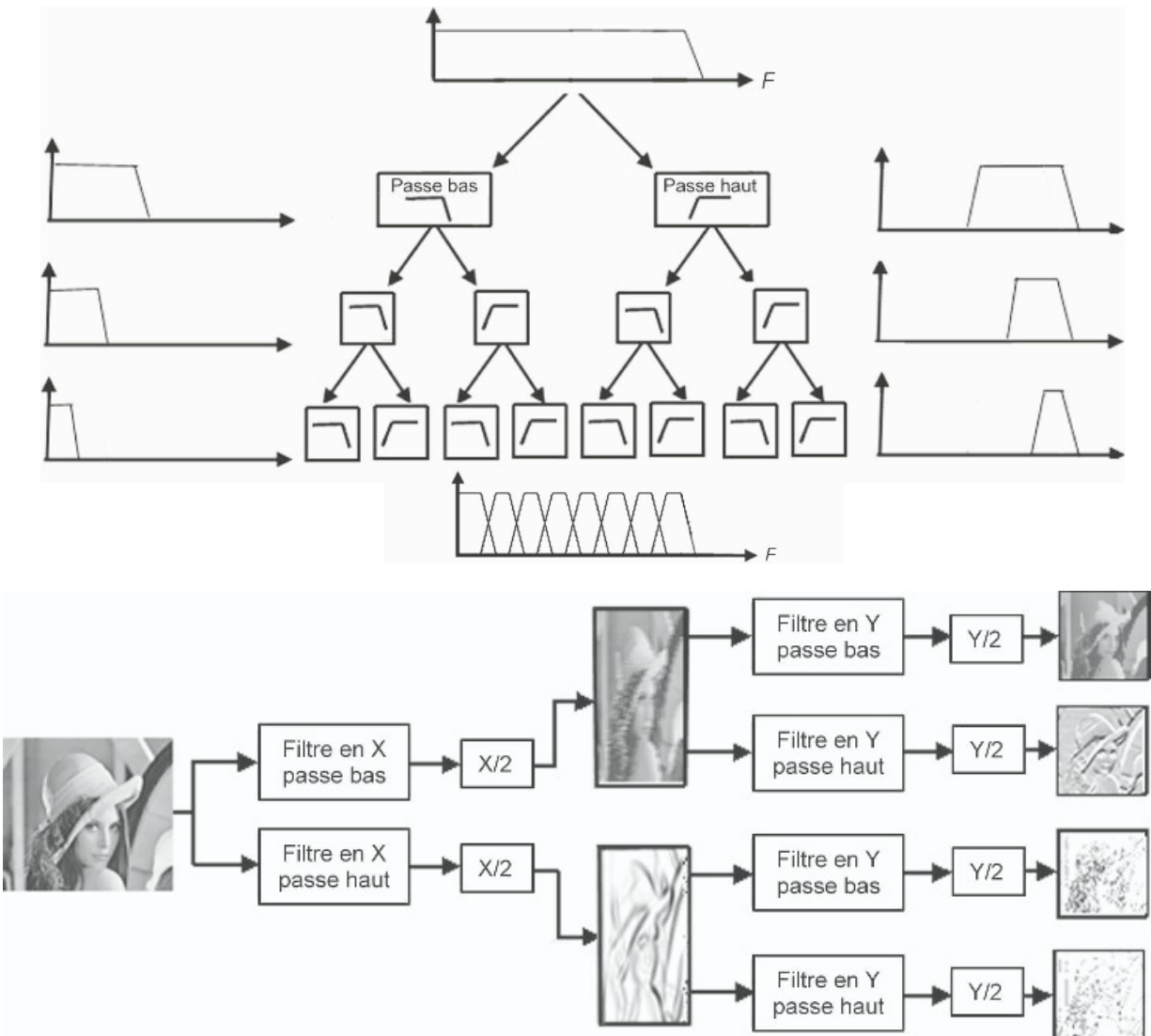
On obtient ainsi une série d'images, dérivées de l'image originale, chacune de celles-ci offrant une gamme d'information spécifique sur l'image origine.

Cette progression s'accompagne, à chaque étape, d'une division par deux du nombre des pixels retenus. Une simple interpolation, qui peut être précise après l'analyse en fréquence, permet de reconstituer l'intégralité de l'information.

De cette manière le nombre de pixels retenus est identique à celui de l'image avant traitement.

Une fois les informations « triées » en sous-fichiers selon leur fréquence, il est possible, comme pour la compression JPEG, de tenir compte des propriétés psycho-physiologiques de la vision humaine pour négliger ou tout au moins sous-quantifier les données les moins pertinentes pour le spectateur.

On peut représenter ces différentes étapes de filtrages de la manière suivante :



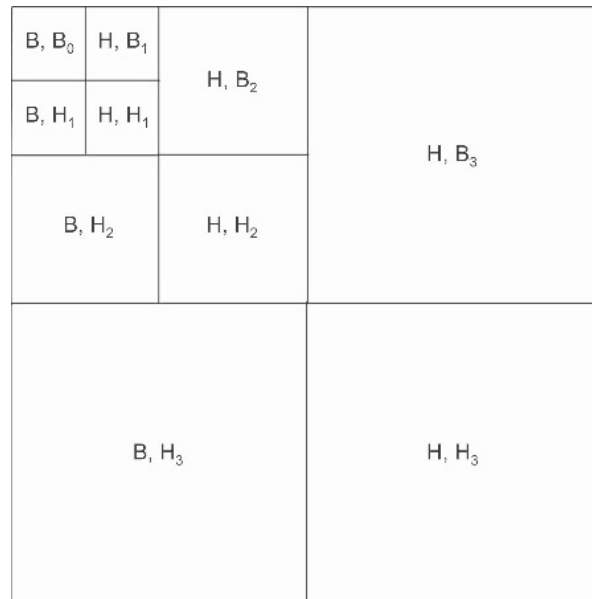
B) Algorithme JPEG 2000

JPEG 2000 peut traiter des images RVB sur trois plans, mais on applique fréquemment, avant codage, une transformée couleur afin de faire passer une image RVB en YUV. Ceci est simple à réaliser et conduit à des données peu corrélées ce qui augmente l'efficacité du codage.

La transformation par ondelettes présente l'intérêt de conduire à une codage hiérarchique ou codage en sous- bandes qui permet d'afficher instantanément (et si nécessaire simultanément) l'image à différentes résolutions.

Il est habituel d'en donner la représentation symbolique ci-dessous dans laquelle B, H2 représente le résultat du filtrage passe-bas horizontal et passe-haut vertical de niveau 2 ; H, H3 le résultat du filtrage passe- haut horizontal et passe-haut vertical de niveau 3... etc.

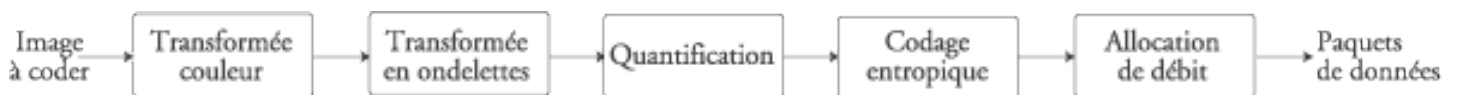
Le fichier final compressé se compose d'une couche de base et de couches d'amélioration.



La norme prévoit jusqu'à 32niveaux soit 97sous-bandes en tout.

Comme pour les codages audio, les coefficients dans chaque sous-bande peuvent être quantifiés avec un nombre de bits plus ou moins important. La quantification doit tenir compte du modèle visuel humain. C'est à ce niveau que peuvent intervenir des pertes d'information.

Un codage entropique est ensuite appliqué. Il s'agit d'un codage adaptatif contextuel utilisant l'algorithme EBCOT (à la place de Huffman pour le JPEG).



C) Les avantages

Les artefacts liés à la décomposition en blocs 8×8 du JPEG sont inconnus avec les ondelettes. On n'aperçoit pas les bords des blocs comme avec le Jpeg, en revanche l'image trop compressée en JPEG2000 apparaîtra floue.

L'image peut être constituée par couches successives (une couche de base puis des couches de « raffinement ») apportant chacune sa contribution à la résolution. L'image, à sa résolution la plus grande, est égale à la somme d'une version floue, et des détails apparaissant à des échelles différentes, c'est-à-dire à des résolutions différentes.

Un seul fichier pourra donc être utilisé pour des utilisations sur plusieurs afficheurs de qualités différentes.

La structure arborescente de l'information permet également d'obtenir facilement des modifications d'échelle (scalability).

JPEG2000 fournit une compression supérieure d'environ 20% à JPEG pour des faibles taux (peu de détérioration de l'image originale). Pour des taux de compression élevés, JPEG2000 est très largement meilleur. Il permet également une meilleure adaptation à des systèmes dont le débit d'information est faible : il peut envoyer en priorité certains bits correspondant à des régions importantes de l'image ,ce qui fait que l'image sera intelligible plus rapidement.

Le codage par ondelettes a été retenu pour le système JPEG 2000 ainsi que pour le codage des images fixes en MPEG-4 et autorise une compression sans perte.

3) Quelques exemples de format graphiques courants

A) Le format BMP (.bmp)

Format de fichier qui utilise le format bitmap interne de Windows. Une copie d'écran est au format BMP. C'est un format permettant le codage d'images de dimensions jusqu'à 65536x65536 pixels.

Un fichier BMP peut contenir une image en mode RVB, en couleurs indexées, en niveaux de gris ou en noir et blanc (binaire, mais convertie en niveaux de gris). Une compression peut être utilisée, elle est de type RLE (non destructive), mais la plupart du temps les fichiers de ce type ne sont pas compressés.

Le domaine de prédilection du format BMP est la bureautique sous Windows.

Avantages : qualité, et rapidité sous Windows

Inconvénients : compression peu efficace (inexistante)

B) Le format TIFF (.tif)

Il s'agit d'un format créé en 1988 par Microsoft et Aldus (société rachetée par Adobe) TIFF est l'acronyme pour Tag Image File Format C'est un format permettant le codage d'images de dimensions jusqu'à 65536x65536 pixels.

Un fichier TIFF peut contenir des images codées selon les modes colorimétriques suivants : RVB, CMJN, CIELAB, couleurs indexées, niveaux de gris, bitmap. Plusieurs modes de compressions sont possibles : LZW, Huffman, Packbits, CCITT3 ou 4 (pour les FAX). Un fichier TIFF peut stocker des couches alpha.

Portabilité : Mac (spécifié par l'en tête II) ou PC (spécifié par l'en tête MM). Les 2 formats diffèrent par l'ordre des octets dans les mots.

Les domaines de prédilection des images TIFF sont la PAO, l'infographie, la bureautique pour les images au trait (cliparts, FAX).

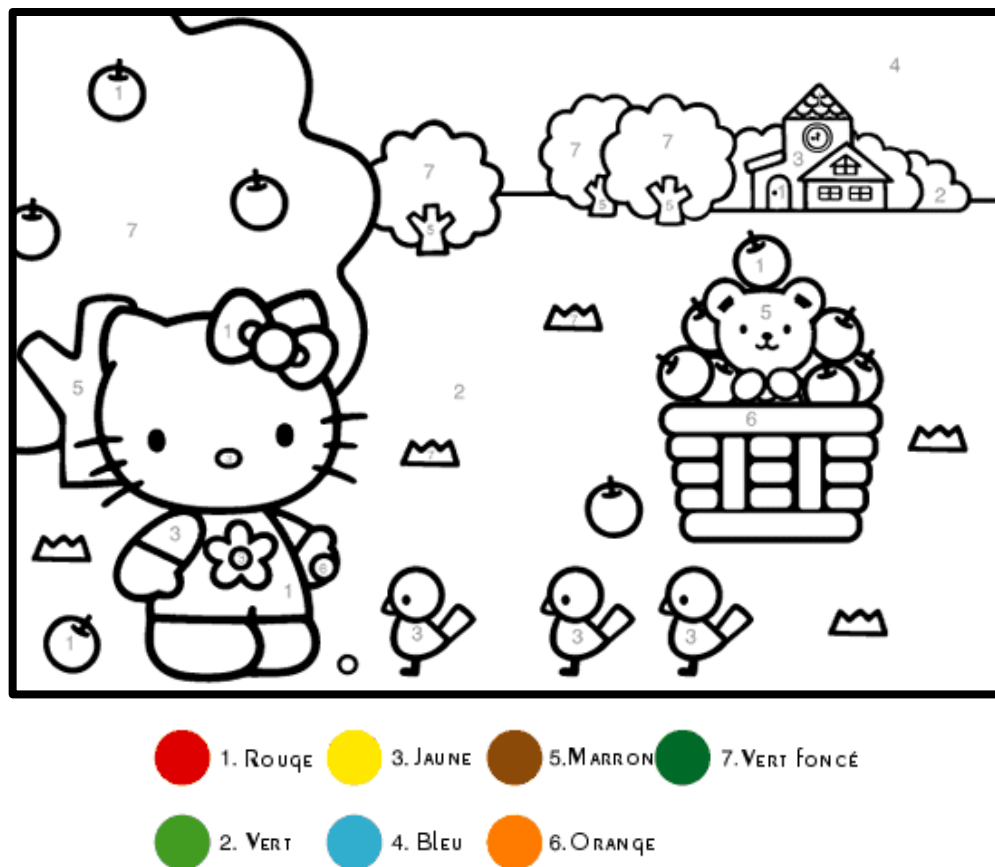
Avantages : universalité, tout type d'images, qualité, standard PAO, algorithmes utilisés (non destructifs) de compression. Mais paradoxalement, son universalité le rend parfois incompatible avec les applications qui ne supportent pas toutes ses variantes

Inconvénients : taille des fichiers du fait des méthodes de compression peu efficaces, lourdeur des applications

C) Le format GIF (.gif)

Format de fichier créé en 1987 par la société Compuserve. GIF est l'acronyme de Graphic Interface Format.

C'est un format ne supportant qu'un seul mode colorimétrique, les images en couleurs indexées, utilisant une palette de 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ou 256 couleurs à la manière des coloriages pour enfants à compléter.



GIF utilise une compression systématique (non destructrice) LZW. C'est un format qui permet un mode de transparence, l'affichage progressif et la possibilité de créer des animations.

Le domaine d'utilisation concerne Internet, les logos et graphiques simples. Les photos naturelles compressées en GIF donnent souvent un résultat médiocre du fait de la taille limitée de la palette.

Par ailleurs, le format GIF accepte une couleur de transparence. Mais attention, cela signifie qu'une seule couleur sera considérée comme transparente, et par conséquent que l'image finale GIF posée sur un fond coloré risque de présenter une rupture nette au niveau de son contour. Cela se traduit souvent par un effet de crénelage sur le pourtour de la découpe.

En ce qui concerne le format animé du GIF, il faut savoir que son poids est proportionnel au nombre d'images qu'il comporte (il n'y a pas de codage prédictif temporel) et qu'il permet également de se voir attribuer de la transparence.

La limitation du format GIF tient dans le passage obligé par l'utilisation d'une palette (256 couleurs indexées au maximum). Cette limitation du nombre de couleurs peut être considérée comme une méthode de compression (destructive) pour les images comportant initialement plus de couleurs. Le résultat est visuellement mauvais pour les images complexes (photographies), même si la palette peut être adaptative à l'image et des couleurs intermédiaires peuvent être simulées par la technique du tramage. La compression de type LZW est plus efficace qu'une compression RLE mais est sensible au bruit dans les images et est entreprise ligne par ligne : la taille résultante peut varier en fonction de l'orientation d'une image rectangulaire !

Avantages : transparence, animations, universalité

Inconvénients : mauvaise qualité d'image, compression peu efficace (par rapport aux compressions avec perte), format propriétaire (Compuserve).

D) Le « format JPEG » (.jpg)

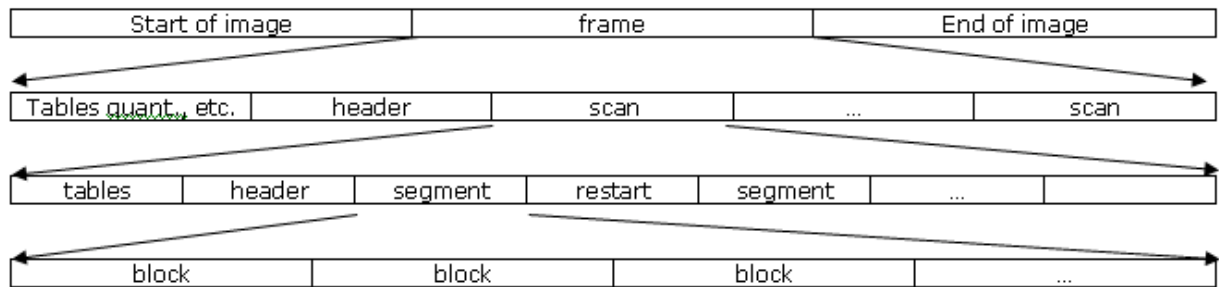
JPEG correspond à un format de fichier mais avant tout d'une méthode de compression destructive, au taux de compression réglable. On devrait dire JFIF (pour JPEG File Interchange Format). Les dimensions maximales sont là aussi 65536x65536 pixels.

Un fichier JPEG peut contenir une image en modes RVB, CJMN, ou niveaux de gris (les images binaires sont converties en niveaux de gris). JPEG permet un affichage progressif dans un navigateur. Un fichier JPEG ne peut pas contenir de calques ni de couches alpha.

Les formats de fichier JPEG (extension .jpg) décrivent l'image sous une forme hiérarchique jusqu'aux blocs de 8x8 pixels auxquels est appliqué l'algorithme de compression JPEG.

La structure d'un fichier jpeg se décrit selon un « frame » (= l'image complète), des « scans » (= une composante couleur de l'image), des « segments » (= une suite de blocs sur une même ligne), des « blocks » (=un bloc de 8x8 pixels).

Cette structure peut être décrite par le tableau suivant :



Avantages : portabilité (les images sont reconnues par tout navigateur, sur tout système) compression très efficace.

Inconvénients : compression destructive, les options d'optimisation pour le web empêche certains logiciels de le reconnaître, et l'option d'affichage progressif n'est pas nécessairement lu par les logiciels de bureautique.

E) Le format PNG (.png)

PNG : Portable Network Graphic.

Il s'agit du « 3ème » format Internet, c'est-à-dire le 3ème format reconnu par les navigateurs. Un fichier PNG peut contenir des images RVB, en niveaux de gris, en 256 couleurs indexées, ou bitmap. Un niveau de transparence peut être enregistré sous la forme d'une couche alpha. PNG utilise une compression sans perte, et permet un affichage progressif.

Ce format est donc un des rares formats, avec le GIF et le JPEG, à être reconnu par les navigateurs Internet. Il est pourtant moins utilisé car il ne présente pas d'avantages décisifs par rapport aux deux formats précédents, en taille de fichiers.

En revanche, comparé au format GIF, il permet la sauvegarde de données de transparence sur les 8 bits d'une couche alpha. Il en résulte l'absence d'effet d'escalier sur une forme détournée qu'elle soit présentée sur un fond bariolé ou bien quelconque. Il y a 256 valeurs possibles d'opacité pour chaque pixel de l'image !

Malgré cela il reste un format encore boudé par les concepteurs de pages web. Les concepteurs de logiciels quant à eux, poussent à son utilisation : une licence doit être contractée pour lire ou écrire du GIF (à cause de l'algorithme LZW payant), tandis que l'algorithme de compression du PNG, proche du LZ77 est du domaine public.

Il existe 2 formats de fichier PNG : Le PNG 8 est très comparable au GIF. Les tailles de fichiers obtenues sont comparables au GIF. Ce mode permet un affichage à 7 passes : qualité 1/64, 1/32, ... Lorsque 20 à 30% de l'image sont atteints, l'image est comparable au niveau 50% pour le GIF.

Le PNG 24 permet d'enregistrer des images 24 bits avec transparence. Il peut intégrer le codage de la correction Gamma et intégrer des méta-données. Attention, tous les navigateurs qui supportent le PNG ne reconnaissent pas cette option de transparence.

Utilisation préférentielle : petites images graphiques (logos, dessins) en mode PNG8, même utilisation que JPEG pour le mode PNG24, mais en moins performant, utile pour la transparence que ne permet pas JPEG .

Avantages : couche alpha pour transparence, affichage progressif

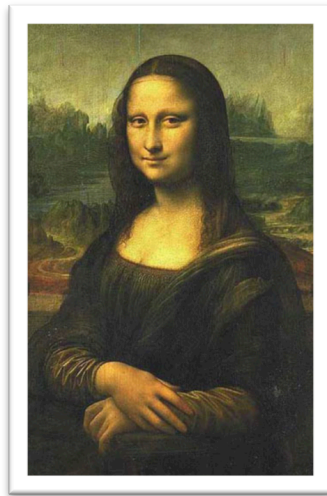
Inconvénients : compression peu efficace et compatibilité des navigateurs seulement à partir de leur version 4.

F) Techniques de compression utilisées

Pour classer les formats de fichier par rapport aux techniques de compression utilisées, on peut constater que dans le domaine des images, on trouve :

- les compressions par longueurs de plage de type RLE (BMP, PCX...) : la plus rapide, très faible compression, pour images dans des modes allant de 2 à 24 bits.
- les compressions par dictionnaires de type LZ (TIFF, GIF par LZW et PNG pour LZ77) : très rapide mais faible compression, pour images de 2 à 24 bits (8 bits pour GIF), CCITT Groupe IV (TIFF, IOCA, CALS...) : images au trait, méthodes destinées aux FAX, 1 bit.
- la compression de type JPEG (JFIF, TIF-JPEG) : pour images en 24 bits, excellente compression mais effet de mosaïque pouvant être visible, taux contrôlable par facteur de qualité, relativement rapide.
- la compression fractale (FIF : Fractal Image Format) : pour images de 8 à 24 bits, taille ajustable sans effet de pixellisation, mais présentant un effet de flou aux plus forts taux de compression, très lent en compression, décompression rapide et progressive.
- la compression par ondelettes (WI : Wavelet Image, JPEG2000) : excellente qualité, réglable, flou à fort taux de compression, pour images de 8 à 24 bits, rapide, taux contrôlable par facteur de qualité. Technique en progression.

G) Comparatif



350 × 540 pixels

soit $350 \times 540 \times 3 \times 8 = 4\,536\,000$ bits ou 567 000 octets ou 553 Kio.

Le système d'exploitation indique 555 Ko dans le cas d'une image non compressée (BMP) du fait des métadonnées ajoutées aux informations utiles et la mauvaise exploitation des unités (2^{10} Vs 10^3)

Format	BMP Sans compression	TIF (LZW)	JPEG (qualité moyenne)	JPEG 2000 (sans perte)	GIF	PNG 24
Poids	555 Ko	336 Ko	30 Ko	190 Ko	126 Ko	299 Ko
Compression	1	1,7	18,5	2,9	4,4	1,9



324x300 pixels

Format	BMP Sans compression	TIF (LZW)	JPEG (qualité moyenne)	JPEG 2000 (sans perte)	GIF	PNG 24
Poids	285 Ko	120 Ko	17 Ko	90 Ko	31 Ko	115 Ko
Compression	1	2,4	16,8	3,2	9,22	2,5