

LES IMAGES NUMERIQUES

Généralités

Il existe 2 sortes d'images numériques : les images **matricielles** et les images **vectérielles**.

► Dans une **image vectorielle** les données sont représentées par des formes géométriques simples qui sont décrites d'un point de vue mathématique.

Par exemple, un cercle est décrit par une information du type (cercle, position du centre, rayon). Ces images sont essentiellement utilisées pour réaliser des schémas ou des plans. Les logiciels de dessin industriel fonctionnent suivant ce principe ; les principaux logiciels de traitement de texte ou de PAO (publication assistée par ordinateur) proposent également de tels outils.

Ces images présentent 2 avantages : elles occupent peu de place en mémoire et peuvent être redimensionnées sans perte d'information.

Une **image matricielle** est formée d'un tableau de points ou pixels. Plus la densité des points est élevée, plus le nombre d'informations est grand et plus la résolution de l'image est élevée. Corrélativement la place occupée en mémoire et la durée de traitement seront d'autant plus grandes.

Les images vues sur un écran de télévision ou une photographie sont des images matricielles. On obtient également des images matricielles à l'aide d'un appareil photo numérique, d'une caméra vidéo numérique ou d'un scanner.

Résolution d'une image

Une image est divisée en points ou pixels. Considérons une image de 10 cm sur 10 cm avec une résolution très faible de 10 pixels par cm.

Elle est codée sur $100 \times 100 = 10000$ pixels.

Avec une résolution convenable de 100 pixels par cm (un pixel mesure 0,1 mm), elle serait codée sur $1000 \times 1000 = 1000000$ pixels = 1 M pixels. Le symbole M signifiant million.

Remarque: en général on utilise l'unité de longueur anglo-saxonne le pouce ou inch. La résolution d'une image s'exprime alors en pixels par pouce (ppp) ou dots per inch (dpi) en anglais.

► **Observez la même image avec 2 résolutions différentes**

► 18 pixels par pouce soit environ 7 pixels par cm dans ce cas on observe l'effet de pixelisation



► 72 pixels par pouce soit environ 30 pixels par cm. Cette dernière résolution correspond à celle d'un écran d'ordinateur, elle est donc idéale pour visualiser une image sur l'écran.



Le codage d'une image numérique

► Le codage de l'information

L'information est codée en binaire. Le support évolue mais le principe est toujours le même : un même élément peut se trouver dans 2 états différents stables. Il constitue une mémoire élémentaire ou bit. Conventionnellement on attribue le symbole 0 à l'un de ces 2 états et le symbole 1 à l'autre.

- A l'aide de 1 bit on a donc 2 possibilités 0/1 ou ouvert/fermé ou noir/blanc
- A l'aide de 2 bits on a $2 \times 2 = 4$ possibilités : 00/01/10/11

- A l'aide de 3 bits on a $2 \times 2 \times 2 = 8$ possibilités : 000/001/010/011/100/101/110/111
- A l'aide de 8 bits on a $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = (2)^8 = 256$ possibilités

Cet ensemble de 8 bits est appelé "octet". En général les informations sont regroupées par groupe de 8, 16, 24, 32 ou 64 bits c'est à dire 1, 2, 3 ou 4 octets.

- Avec 16 bits ou 2 octets on a $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = (2)^{16} = 256 \times 256 = 65536$ possibilités
- Avec 24 bits ou 3 octets on a $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ possibilités (plus de 16 millions).

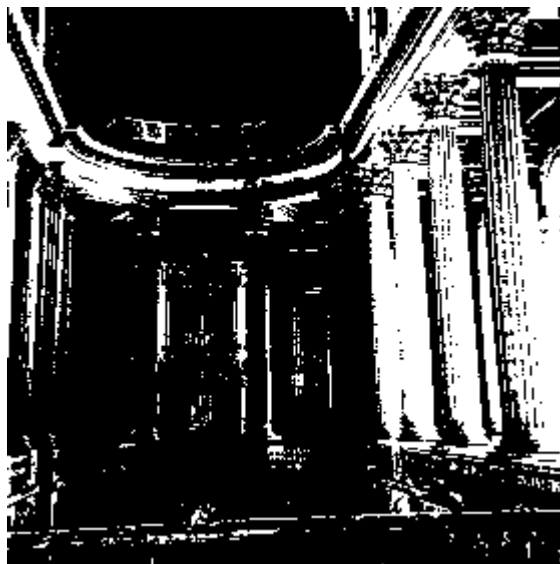
On parle de kilooctet : 1 ko = $(2)^{10}$ octets = 1024 octets (et non pas 1000...)

mégaoctet : 1Mo = $(2)^{20}$ octets

gigaoctet : 1Go = $(2)^{30}$ octets

► Codage d'une image en noir et blanc

Pour ce type de codage, chaque pixel est soit noir, soit blanc. Il faut un bit pour coder un pixel (0 pour noir, 1 pour blanc). L'image de 10000 pixels codée occupe donc 10000 bits en mémoire.



Ce type de codage peut convenir pour un plan ou un texte mais on voit ses limites lorsqu'il s'agit d'une photographie.

► Codage d'une image en niveaux de gris

Si on code chaque pixel sur 2 bits on aura 4 possibilités (noir, gris foncé, gris clair, blanc). L'image codée sera très peu nuancée.

En général on code chaque pixel sur 8 bits = 1 octet. On a alors 256 possibilités (on dit 256 niveaux de gris).

L'image de 10 000 pixels codée occupe alors 10 000 octets en mémoire.



Exemple d'image en 72 pixels par pouce (environ 30 pixels par cm), codée en 256 niveaux de gris.

Cette image de 303 x 303 pixels occupe $303 \times 303 = 91809$ octets puisque chaque pixel occupe 1 octet en mémoire.

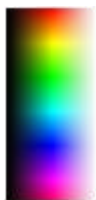
► Codage d'une image en couleurs 24 bits

Il existe plusieurs modes de codage de la couleur. Le plus utilisé est le codage Rouge, Vert, Bleu (RVB). Chaque couleur est codée sur 1 octet = 8 bits. Chaque pixel sur 3 octets c'est à dire 24 bits : le rouge de 0 à 255, le vert de 0 à 255, le Bleu de 0 à 255.

Le principe repose sur la synthèse additive des couleurs : on peut obtenir une couleur quelconque par addition de ces 3 couleurs primaires en proportions convenables. On obtient ainsi $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ (plus de 16 millions de couleurs différentes).

Couleur	noir	bleu pâle	vert pâle	rose	bleu	vert	rouge	blanc
R	0	120	120	150	120	120	255	255
V	0	120	150	120	120	255	120	255
B	0	150	120	120	255	120	120	255

L'image de 10000 pixels ainsi codée occupe $10000 \times 3 = 30000$ octets.



Palette 24 bits

Couleur en cours

Rouge : 232
Teinte : 43

Vert : 234
Satur. : 196

Bleu : 94
Lumin. : 164

Exemple de couleur en 24 bits



Dans le cas d'une image de 10 cm x 10 cm avec une résolution convenable de 100 pixels par cm (un pixel mesure 0,1 mm), elle est codée sur $1000 \times 1000 = 1\,000\,000$ pixels

Elle occupe : en noir et blanc : 1 000 000 bits = 125 000 octets
en 256 niveaux de gris : 1 million d'octets
en couleurs (24bits) : 3 millions d'octets.

C'est ce codage de la couleur qui est utilisé par la plupart des écrans d'ordinateurs actuellement.

On constate qu'il est très gourmand en mémoire. Pour faciliter le stockage des images en mémoire on utilise d'autres formes de codage.

► Codage d'une image en couleurs 8 bits

Dans ce cas on attache une palette de 256 couleurs à l'image.

Ces 256 couleurs sont choisies parmi les 16 millions de couleurs de la palette RVB. Pour chaque image le programme recherche les 256 couleurs les plus pertinentes.

Chaque code (de 0 à 255) désigne une couleur.

L'image occupe 3 fois moins de place en mémoire qu'avec un codage 24bits. L'image est moins nuancée : sa qualité est bonne mais moindre.

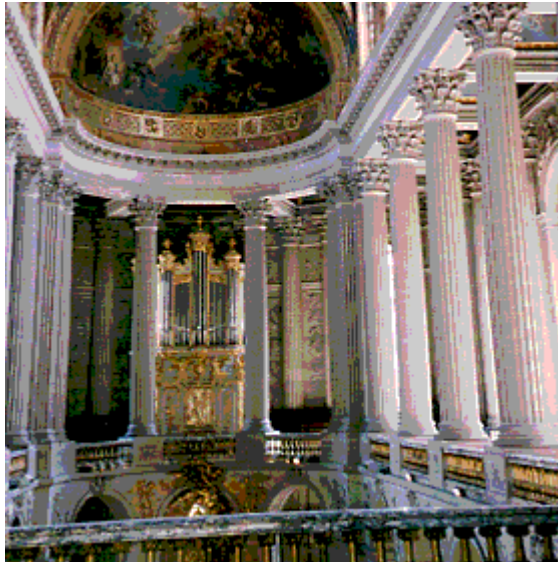


Image couleur 8 bits et sa palette. Remarquer la couleur 84 et sa correspondance en RVB.

Les couleurs

► La synthèse additive de la lumière, ou le mode RVB

L'image est obtenue par superposition de trois rayonnements lumineux : le **rouge (R)**, le **vert (V)** et le **bleu (B)**. Dans le cas d'un écran cathodique, ces 3 rayonnements sont obtenus en bombardant les luminophores photosensibles de l'écran.



Une image RVB est composée de la somme de trois rayonnements lumineux **rouge**, **vert**, et **bleu** dont les faisceaux sont superposés. A l'intensité maximale ils produisent un rai de lumière blanche, et à l'extinction une zone aussi noire que l'éclairage ambiant le permet (c'est la raison pour laquelle vous avez installé le moniteur de votre ordinateur dans une pièce où règne, autant que faire se peut une certaine pénombre, et qu'un rayon de soleil qui frappe en plein un écran le rend presque illisible).

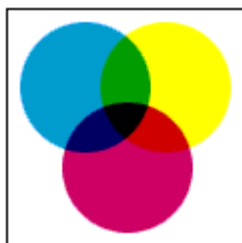
Si vous mettez le nez sur l'écran de votre moniteur (ou mieux encore sur celui de votre téléviseur, dont le pas est plus grossier) vous distinguerez les trois sources RVB en forme de nid d'abeille, ou de grille, qui donnent l'illusion d'un fond blanc.

En fait, croyant voir un point blanc, vous percevez simultanément trois lumières rouge, vert et bleu. La gamme des couleurs reproductibles par ce mode, quoique conditionnée par la qualité du matériel employé, est très étendue, et reproduit bien les couleurs saturées.

En contrepartie, elle convient mal à la restitution des nuances délicates des lumières intenses et des tons pastels.

► La synthèse soustractive de la lumière, ou le mode CMJN

Les couleurs sont obtenues par mélange des pigments colorés. Lorsqu'ils sont éclairés par de la lumière blanche, les pigments absorbent une partie de la lumière qu'ils reçoivent ce qui les fait apparaître colorés. Les trois couleurs "primaires" sont le **cyan (C)**, le **magenta (M)** et le **jaune (J)**. Les autres sont obtenues par mélange.



Les encres déposées sur le papier agissent comme des filtres qui absorbent la lumière. Leur superposition devrait produire théoriquement un noir total : plus de lumière, ce qui n'est, en pratique, pas le cas.

Les trois encres additionnées ne donnent pas plus qu'un brun sombre, que l'on se doit de renforcer par un quatrième passage d'encre noire (que l'on note donc en toute logique : "**N**", comme **Noir**).

Il faut donc garder à l'esprit qu'une impression, même d'excellente qualité, ne saurait restituer de blanc plus lumineux que celui du papier utilisé, ni de noir plus puissant que celui produit par l'addition des densités des encres mises en œuvre.

La gamme des couleurs reproductibles par le mode **CMJN** est plus restrictive que celle de la gamme **RVB**. Elle est, de surcroît, particulièrement sensible aux variations inévitables dues aux conditions mécaniques et physiques de l'impression en machine.

Les formats d'image

► **Les images matricielles de bonne qualité** enregistrées pixel par pixel (format bmp) peuvent être très encombrantes en mémoire. Cela pose un problème de volume occupé en mémoire, mais aussi de difficulté lors des traitements : plus une image est "lourde", plus elle nécessite de ressources matérielles ; et surtout pour les transferts de données, en particulier sur l'internet.

Pour réduire la place occupée en mémoire, on utilise divers algorithmes de compression et donc différents formats de stockage.

Lors du chargement de l'image le logiciel reconnaissant le format du fichier le décompresse à l'ouverture. Lors de son utilisation le fichier est donc décompressé.

► Les principaux formats

Format	Compression des données	Nb de couleurs	Affichage progressif	Format propriétaire	Usage
BMP	Non compressé	de 2 à 16 millions	Non	Non	Image non dégradée mais très lourde. Stokage
JPEG	Réglable, avec perte de qualité. Plus la compression est importante, plus l'image est dégradée.  format destructeur	16 millions	Oui	Non, libre de droits	Tous usages, selon compression. Images "naturelles".
GIF	Oui, sans perte de qualité	de 2 à 256 avec palette.	Oui	Brevet Unisys	Logos et Internet.Supporte les animations et la transparence.
TIFF	Réglable, au choix sans perte ou avec perte de qualité	16 millions	Non	Brevet Aldus corporation	Tous sauf Internet
PNG	Oui, sans perte de qualité	de 2 à 256 ou 16 millions	Oui	Non, libre de droits	Tous, recommandé Internet mais incompatible avec les navigateurs anciens. Supporte la transparence.