

Etablissement	Module	Auteur(s)
CPNE-T	<a href="#">ICT-114</a>	FAH / OBE

### ⚠ Important

#### Introduction

#### Graphisme

Matriciel (bitmap)

Codage des images

Poids d'une image

Formats d'images

BMP

RAW

GIF

PNG

TIFF

JPEG

Vectériel

Formats

SVG

#### Représentation des couleurs

Système de codage RVB

Système de codage CMJN

#### Vidéo

CODECS

Conteneurs

Matroska (MKV)

#### Audio

## ⚠ Important

**Lire une fois mais ne pas apprendre le texte en note comme ci-dessous :**

Exemple de texte en note à lire une fois mais ne pas apprendre.

## Introduction

Dans ce chapitre il est question, dans les grandes lignes, du graphisme, de la vidéo et de l'audio. Nous aborderons les principales caractéristiques de ces différents médias.

## Graphisme

Il y a deux modes de codage d'une image numérique :

- matriciel (bitmap)
- vectoriel

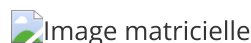
## Matriciel (bitmap)

Le terme "bitmap" vient de l'anglais et veut dire "carte de points".

Une image matricielle est formée d'un **assemblage de points nommés pixels**. Le nombre de pixels constituant l'image constitue ce que l'on appelle la définition de l'image. Chaque pixel possède une couleur qui lui est propre.

Il s'agit donc d'une juxtaposition de points de couleurs formant, dans leur ensemble, une image.

Voici un exemple d'image matricielle :



On remarque dans la partie de droite, qui est agrandie, que les pixels apparaissent. On parle alors de **pixellisation**.

C'est le domaine de la **photographie** qui utilise principalement les images matricielles. La liste des logiciels pour faire du graphisme matriciel est très longue et Adobe Photoshop ou **The Gimp** (libre) en font partie.

## Codage des images

Le codage de l'image se fait en écrivant successivement **les bits correspondant à chaque pixel**, ligne par ligne en commençant par le pixel en bas à gauche.

Le contenu d'un fichier ressemble à ça : `00101010011011100010110110010101...`

Type d'image	Bits par pixel	Remarques
Noir et blanc	1 bit	1 octet permet de coder 8 pixels.
256 couleurs (ou niveaux de gris)	8 bits	1 octet permet de coder 1 pixel.
Couleurs réelles (16 millions de couleurs). True colors en anglais.	24 bits	3 octets permet de coder 1 pixel. 1 octet par composante (RVB : rouge, vert, bleu).
Couleurs réelles + transparence	32 bits	4 octets permet d'encoder 1 pixel. 3 pour les composantes et 1 de plus pour la transparence.

## Poids d'une image

Pour connaître le poids (en octets) d'une image il faut :

1. Compter le nombre de pixels qu'elle contient, c'est-à-dire multiplier sa hauteur par sa largeur.
2. Déterminer le nombre de bits avec lequel sont codés chaque pixel. Dépend du nombre de couleurs.
3. Calculer le nombre de bits total en multipliant les pixels (1.) par le nombre de bits (2.).
4. Déterminer le nombre d'octets nécessaires pour coder tous les bits de l'image (3.)

**Exemple du calcul du poids d'une image en noir et blanc :**

1. Le nombre de pixels :  $5 \times 5 = 25$  **pixels**.
2. Le nombre de bits/pixel : image en noir/blanc donc **1 bit** suffit (0 noir, 1 blanc).
3. Le nombre de bits au total :  $25 \times 1 = 25$  **bits**.
4. Le nombre d'octets :  $25 / 8 = 3.125$  donc il faut **4 octets**.

Le code binaire (uniquement les pixels) pour cette image ressemble à ça : `1111110101111110111010001`

Pour chaque ligne de l'image on a ça :

1. 11111
2. 10101
3. 11111
4. 01110
5. 10001

### Exemple du calcul du poids d'une image en 256 couleurs :

1. Le nombre de pixels :  $5 \times 5 = 25$  **pixels**.
2. Le nombre de bits/pixel : image en 256 couleurs donc **8 bits** ( $2^8 = 256$ ).
3. Le nombre de bits au total :  $25 \times 8 = 200$  **bits**.
4. Le nombre d'octets :  $200 / 8 = 25$  **octets**.

Pour connaître la taille en ko il suffit de diviser par 1'024 et en Mo on divise encore par 1'024 et ainsi de suite.

### Prenons une image de taille 1 280 x 1 024 pixels :

- 2 couleurs donc **1 bit par pixel**

$$Nb\ pixels = 1\ 280 * 1\ 024 = 1\ 310\ 720\ px$$

$$Nb\ bits = 1\ 310\ 720 * 1 = 1\ 310\ 720\ b$$

$$Nb\ octets = \frac{1\ 310\ 720}{8} = 163\ 840\ o$$

$$\frac{163\ 840}{1\ 024} = 160\ ko$$

- 256 couleurs, donc **8 bits par pixel**

$$Nb\ pixels = 1\ 280 * 1\ 024 = 1\ 310\ 720\ px$$

$$Nb\ bits = 1\ 310\ 720 * 8 = 10\ 485\ 760\ b$$

$$Nb\ octets = \frac{10\ 485\ 760}{8} = 1\ 310\ 720\ o$$

$$\frac{1\ 310\ 720}{1\ 024 * 1\ 024} = 1.25\ Mo$$

- +16M de couleurs, donc **24 bits** (3 octets) **par pixel**

$$Nb\ pixels = 1\ 280 * 1\ 024 = 1\ 310\ 720\ px$$

$$Nb\ bits = 1\ 310\ 720 * 24 = 31\ 457\ 280\ b$$

$$Nb\ octets = \frac{31\ 457\ 280}{8} = 3\ 932\ 160\ o$$

$$\frac{3\ 932\ 160}{1\ 024 * 1\ 024} = 3.75\ Mo$$

## Formats d'images

Voyons ici quelques formats d'images bitmap les plus courants.

### BMP

Appartenant aux formats nés avec l'informatique grand public, le BMP (également dit "bitmap") se distingue par sa conservation très fidèle des teintes de l'image source.

Le format BMP est un format généralement non compressé, il faut donc privilégier d'autres formats si cela est possible.

La taille importante de ses sauvegardes rend généralement sa manipulation difficile pour le grand public.

Caractéristiques :

- De 2 à 16 millions de couleurs (1 à 24 bits).
- Compression uniquement sur les images 4 et 8 bits.

Il est simple à traiter car il est non compressé et les données ne sont pas transformées avant l'enregistrement. Cependant, il est peu utilisé car il prend beaucoup plus de place que les autres formats qui compressent.

## RAW

C'est l'assurance d'images sans aucune transformation logicielle. Comme sa traduction anglaise l'indique (brut), le format RAW permet d'obtenir une image provenant directement du capteur, sans la moindre altération logicielle. Il est à privilégier si vous souhaitez modifier finement des éléments fondamentaux comme l'exposition ou la balance des blancs. La principale contrepartie de cette liberté correspond à un poids très élevé des fichiers, lié aux multiples informations stockées lors de la prise de vue, qui complique souvent le stockage. La retouche nécessite, quant à elle, un logiciel spécifique pour chaque modèle d'appareil photo. Peu de logiciels gèrent ce format qui reste destiné aux professionnels.

Caractéristiques :

- Images numériques issues d'appareils photo numériques ou de scanners.
- Destinés aux professionnels de la photographie.
- Fichiers très lourds, pas de compression.

## GIF

Le format d'images GIF (Graphics Interchange Format) a été conçu, comme son nom l'indique, pour l'échange de données. Comme cet échange se faisait sur le réseau, il a été principalement optimisé pour occuper une taille minimale, au détriment d'un certain nombre de possibilités.

Caractéristiques :

- 256 couleurs
  - Cette restriction en fait un support peu adapté pour des images de type photographique.
- Transparence
  - Cette transparence est binaire, c'est à dire qu'un pixel est tout à fait transparent ou non.
- Animation (plusieurs images dans un même fichier)
  - Intéressant pour présenter des logos animés, voire de très petites séquences "vidéo".
- Compression LZW
- Très efficace pour des images peu colorées.

## PNG

PNG pour Portable Network Graphics.

Il a été conçu avec deux objectifs principaux :

- Remplacer le format GIF.
- Supprimer les limitations imposées par les formats GIF et JPEG (compression destructrice).

Caractéristiques :

- Jusqu'à 24 bits (true color) sans transparence (16 M de couleurs).
- 32 bits avec transparence (16 M de couleurs).
  - Transparence progressive sur 8 bit (256 niveaux).
- Peut aller jusqu'à 64 bits avec 4 canaux de 16 bits chacun.
- Système de filtres.
  - Afin d'augmenter les taux de compression des images produites, le format PNG propose un ingénieux système de filtres non destructifs appliqués à chaque rangée de pixels de l'image.
- Compression LZ77.
  - Libre de droit.

## TIFF

Les images TIFF sont depuis longtemps les plus utilisées dans l'**industrie graphique**.

TIFF supporte en effet un grand nombre de fonctionnalités nécessaires lors de la gestion d'images destinées à une **impression de haute qualité**.

Caractéristiques :

- De 1 à 64 bits.
- Accepte plusieurs colorimétrie (RVB, CMJN, ...)
- Pas reconnues par les navigateurs Web.
- Des procédés de compression variés.
  - Aucune compression ou **RLE**, LZW, ...
- Stockage de méta-données
  - Informations photométriques, de profiles et d'espaces de couleurs (RGB, CYMK, etc.), etc.

## JPEG

Caractéristiques :

- Extensions de fichiers **.jpeg** ou **.jpg**.
- 24 bits (16 M de couleurs).
- Pas de transparence.
- Compression destructive.
- RLE et Huffman
- Taux de compressions allant de 3 à 100 (le fichier est 3 à 100 fois plus petit que l'image d'origine)

**Exemples de résultats de compressions :**

Image originale, non compressée	Qualité 100%	Qualité 75%	Qualité 50%	Qualité 25%	Qualité 5%
<b>640 ko</b>	<b>196 ko</b> <i>Excellent, indiscernable de l'original à l'œil nu.</i>	<b>40 ko</b> <i>Très bon, très proche de la qualité 100%.</i>	<b>26 ko</b> <i>Moyen, apparition de "pâtés".</i>	<b>16 ko</b> <i>Mauvais, beaucoup de "pâtés".</i>	<b>4 ko</b> <i>Très mauvais, manque de couleur, horribles "pâtés".</i>

## Comparaison de deux qualités :



En fait, **75-80%** est le compromis qui donne généralement le **meilleur ratio qualité/taille**. Les images restent très proches de l'originale, tout en étant considérablement compressées (16 fois dans notre exemple). Il est important de noter que même à une qualité de 100%, la compression JPEG **détériore l'image** !

## Vectoriel

Une image vectorielle est une image numérique composée de **plusieurs objets géométriques individuels** (droites, polygones, arcs de cercle, ...). Elle est créée à partir d'**équations mathématiques**. Chaque forme dépend de plusieurs paramètres (hauteur, largeur, rayon, ...) donnés à des vecteurs.

L'image vectorielle est souvent opposée à l'image matricielle ou bitmap.

Lorsque l'image est affichée les vecteurs sont **recalculés** puis **redessinés**. Ainsi il n'y a pas de pixellisation et l'image paraît toujours lisse. Par contre cela demande des **ressources en calculs**, il faut donc un bon équipement (carte graphique, processeur, RAM, ...).

Voici un exemple d'une image agrandie en vectoriel et en matriciel :



## Formats

Il y a plusieurs formats d'images vectorielles (AI, EPS, PDF, ...) mais le plus connu est le **SVG**.

### SVG

SVG veut dire "Scalable Vector Graphics" (en français "graphique vectoriel adaptable").

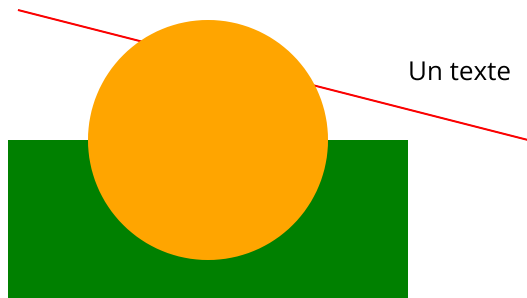
La liste des logiciels utilisant le SVG est longue dont Adobe Illustrator et **Inkscape** en font partie. Il existe même un outils en ligne (draw.io).

⚠ Dans un fichier SVG il est possible d'insérer une image bitmap qui sera traitée en tant que telle et serait donc pixelisée en zoomant alors que la partie vectorielle ne le serait pas. C'est évidemment à éviter si possible :

### Exemple du contenu d'un fichier SVG :

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<svg xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" version="1.1" width="300" height="150">
  <title>Exemple simple de figure SVG</title>
  <desc>
    Cette figure est constituée d'un rectangle,
    d'un segment de droite et d'un cercle.
  </desc>
  <rect width="200" height="80" x="0" y="70" fill="green" />
  <line x1="5" y1="5" x2="260" y2="70" stroke="red" />
  <circle cx="100" cy="70" r="60" fill="orange" />
  <text x="200" y="40">Un texte</text>
</svg>
```

Voici maintenant ce même fichier affiché en tant qu'image vectorielle :



Il suffit de changer des paramètres dans le code pour modifier l'image comme la couleur, la position, la taille, le texte, ...

## Représentation des couleurs

Il existe plusieurs modes de codage informatique des couleurs, en voici 2 :

- **RVB**
  - Rouge **V**ert **B**leu
  - En anglais c'est **RGB** pour Red Green Blue
- **CMJN**
  - Cyan **M**agenta **J**aune **N**oir
  - En anglais c'est **CMYK** pour Cyan Magenta Yellow Key où key signifie valeur

## Système de codage RVB

Le codage RVB est un codage qui utilise la **synthèse additive** pour générer une couleur. Le principe consiste à additionner une certaine quantité de 3 couleurs dites primaires: le **rouge**, le **vert** et le **bleu**. A partir des ces 3 couleurs, on peut alors créer à peu près toutes les couleurs dont on a besoin.

La quantité de chaque couleur est représentée par un nombre entre **0** (pas de couleur) et **255** (couleur pleine) sur 1 octet ce qui donne 256 valeurs possibles. Il faut donc **3 octets** pour coder une couleur en **RVB** pour un total de plus de 16 millions de couleurs.

 RGB\_fond\_noir

Exemples de couleurs RVB :

Rouge	Vert	Bleu	Couleur
255	0	0	Donne sans grande surprise un rouge éclatant.
255	255	255	Donne la couleur blanche, représentant la lumière.
0	0	0	À l'inverse donne du noir, une absence de couleur.
255	0	255	On mélange du rouge et du bleu pour obtenir un magenta.
34	66	124	Donne la couleur "bleu cobalt"

Voyons maintenant la couleur **DarkViolet** en détail :

Canal de couleur	Décimal	Hexadécimal
Rouge	148	94 <sub>h</sub>
Vert	0	00 <sub>h</sub>
Bleu	211	d3 <sub>h</sub>

### Dans un sélecteur de couleurs (RVB) :



On obtient donc le code `rgb(148, 0, 211)` qui peut être directement utilisé en HTML par exemple :

```
<span style="color:rgb(148, 0, 211)"> DarkViolet </span>
```

Résultat : **DarkViolet**

Pour tester le sélecteur RGB : [w3schools](https://www.w3schools.com/html/tryit.asp?filename=try_html_css_color_rgb)

### Dans un sélecteur de couleurs (HEX) :



On obtient donc le code `#9400d3` qui peut être directement utilisé en HTML par exemple :

```
<span style="color:#9400d3"> DarkViolet </span>
```

Résultat : **DarkViolet**

Pour tester le sélecteur HEX : [w3schools](https://www.w3schools.com/html/tryit.asp?filename=try_html_css_color_hex)

## Système de codage CMJN

La quadrichromie **cyan, magenta, jaune, noir** est utilisée principalement pour **l'impression** permettant de reproduire un large spectre colorimétrique à partir des trois teintes de base (cyan, magenta, jaune) auxquelles on ajoute le noir (Key ou clé au sens de valeur en anglais).

La quadrichromie est basée sur **une synthèse soustractive** des couleurs. C'est-à-dire l'ajout de chacune des encres donne du noir et l'absence de ces 3 composantes donne du blanc. Toutefois, le noir obtenu par l'ajout des trois couleurs n'étant que partiellement noir en pratique (et coûtant cher), les imprimeurs rajoutent une composante d'encre noire que l'on appelle "noir pur".

Le code couleur CMJN utilisé en imprimerie, permet de choisir une couleur en fonction du rendu que cela donne en impression. Il se présente sous la forme de **4 codes** chacun représentant le **pourcentage** de la couleur utilisée.

Voyons maintenant la couleur **DarkViolet** en détail :



Composante	Pourcentage
Cyan	30%
Magenta	100%
Jaune	0%
Noir	17%

Dans un sélecteur de couleurs (CMJN) :



La couleur du sélecteur ci-dessus n'est pas à 100% DarkViolet car les pourcentages devraient être (29.9%, 100.0%, 0.0%, 17.3%) et ils sont arrondis dans le sélecteur. Mais c'est quasi du 100% !

On obtient donc `cmyk(30%, 100%, 0%, 17%)`.

## Vidéo

La vidéo est gourmande, elle utilise beaucoup de données et à ce titre il est fort utile de la compresser. Pour ce faire nous utilisons des CODECS.

## CODECS

Pour rappel, un CODEC pour **codeur/décodeur** est un dispositif logiciel et/ou matériel permettant de mettre en œuvre l'encodage ou le décodage d'un flux de données numérique, en vue d'une transmission ou d'un stockage.

Exemples de CODECS :

Format / extension	Utilisation	Logiciel / support
DivX et Xvid	Permet de diviser par 6 la taille d'un film en DVD sans trop de perte de qualité. Xvid est le concurrent libre de DivX.	Nécessite l'installation des codecs DivX / Xvid à jour, qui sont inclus dans de nombreux lecteurs vidéo.
H.264	Utilisé pour la haute définition. Très bonne compression et très bonne qualité.	Utilisé pour le Blu-ray. Se lit avec la majorité des lecteurs vidéo à jour.
H.265	Le plus récent de cette liste (2013). Il est utilisé pour la haute définition. Taux de compression très élevé pour une qualité excellente. Le top du top !	Tous les lecteurs ne supportent pas ce codec plutôt récent même s'il date de 2013.
MPEG-2	Ce format est utilisé notamment sur les DVD et non en réseau (streaming) car il nécessite un débit constant.	DVD et logiciels vidéos.

## Conteneurs

Un format conteneur est un **format de fichier pouvant contenir divers types de données**. Les spécifications du format conteneur décrivent la façon dont sont organisées les données à l'intérieur du fichier. Les conteneurs sont beaucoup utilisés dans le domaine du multimédia, ils peuvent contenir des flux **vidéo** et/ou **audio**, en général compressés à l'aide de codecs normalisés. Des conteneurs plus avancés permettent également de stocker des **sous-titres**, des éléments de **chapitrage**, ainsi que d'autres informations sur le média appelées **métadonnées** ou tags.

Exemples de conteneurs :

Format Extension(s)	Utilisation	Logiciel / support
<b>Audio Video Interleave</b> .avi	Dans un fichier <b>AVI</b> , chaque composante audio ou vidéo peut être compressée par n'importe quel codec (DivX et mp3 par exemple).	Normalement tous les logiciels de lecture vidéo.
<b>Windows Media Video</b> .wmv	Développé par Microsoft. Le format <b>WMV</b> est souvent utilisé avec des vidéos en streaming ou en téléchargement.	Nécessite Windows Media Player.
<b>QuickTime</b> .mov	Le <b>MOV</b> est un format d'Apple, pouvant contenir un très large choix de codec, y compris en haute définition.	Nécessite Quicktime.
<b>Matroska</b> .mkv .mka .mks	Le <b>MKV</b> est un format russe, pouvant contenir de très nombreux codecs (H.264, H.265, ...). Il est très répandu.	Se lit avec VLC, Media Player Classic.
<b>MPEG-4</b> .mp4 .m4a	Le <b>MP4</b> est assez répandu. Il s'agit de l'évolution de la norme MPEG-2 qui comportait certaines limites comme un usage exclusivement dédié à la télévision numérique.	Normalement tous les logiciels de lecture vidéo.

## Matroska (MKV)

Le format Matroska est un **conteneur vidéo**, il peut regrouper au sein d'un même fichier (généralement avec l'**extension .mkv**) plusieurs flux vidéo, flux audio, ainsi que plusieurs sous-titres et des chapitres.

Schéma d'un conteneur (.mkv) :



H.264	AC-3	...
Piste vidéo avec le codec H.264	Piste audio avec le codec AC-3	Autres pistes (vidéo, audio, sous-titres) et métadonnées (titre du fichier, chapitres, ...)

Exemple d'un fichier .mkv avec MKVToolNiX GUI :



## Audio

Comme pour la vidéo, on parle de CODECS avec l'audio. Le son est donc encodé avec des algorithmes dans différents formats. Ces formats peuvent former des pistes audio contenues dans des conteneurs comme un fichier MKV.

#### Exemples de CODECS :

Format / extension	Caractéristiques
<b>MPEG Audio Layer 3</b> .mp3	Le <b>MP3</b> est un format de compression par <b>destruction de données</b> qui permet de compresser à un taux de 1:12. Différents réglages permettent d'obtenir des résultats de très bonne qualité. Ne permet d'enregistrer que 2 canaux (stéréo).
<b>Ogg Vorbis</b> .ogg, .oga, .sb0	L' <b>OGG</b> est un format de compression par <b>destruction de données</b> . Ce format est libre et peut donc être utilisé librement par les développeurs de logiciel, ce qui a abouti au développement et à la mise à disposition de nombreux utilitaires et librairies libres de droit (Open Source). Permet un enregistrement polyphonique (plusieurs canaux), idéal pour le home cinéma en 5.1 par exemple. Remplacé par Opus.
<b>Opus</b> .opus	<b>Opus</b> est un format ouvert de compression audio <b>avec pertes</b> , libre de redevances. Il est jugé plus performant que le MP3 et le AAC. Conçu pour encoder efficacement la voix et plus largement l'audio dans un format unique. Remplace Ogg Vorbis (.ogg)
<b>Audio Advanced Coding</b> .aac, .m4a, .m4p, .m4b, .mp4, .3gp	Le format <b>AAC</b> est algorithme de compression <b>avec perte</b> de données ayant pour but d'offrir un meilleur rapport qualité sur débit binaire que le format plus ancien MP3. A été conçu pour remplacer le MP3.
<b>Windows media Audio</b> .wma	Le <b>WMA</b> est un format de compression propriétaire développé par Microsoft. Il offre la possibilité de protéger dès l'encodage les fichiers de sortie contre la copie illégale par une technique nommée gestion des droits numériques (ou GDN, ou DRM en anglais). Il existe 4 formes de ce format dont une <b>sans perte</b> , WMA Lossless, concurrente du FLAC. Les autres sont toutes <b>avec pertes</b> .
<b>Free Lossless Audio Codec</b> .flac, .oga	Le <b>FLAC</b> est un codec libre de compression audio sans perte. Permet une réduction de taille de 30 à 70%. FLAC est approprié pour tous les archivages de données audio, avec le support des métadonnées, image de couverture, ainsi que pour la recherche rapide. Il est bien supporté par de nombreux logiciels.