

Codage des couleurs

1. Lumière et couleur :

"Il n'y a pas d'image sans lumière" [J.P.Achard]

La lumière blanche, fournie par le soleil ou une lampe à filament incandescent, est un rayonnement électromagnétique¹. Le spectre visible est une petite partie du spectre général des radiations électromagnétiques (fig. 1.1), dont la longueur d'onde est comprise entre 380 nm et 780 nm (1 nanomètre = 10^{-9} m).

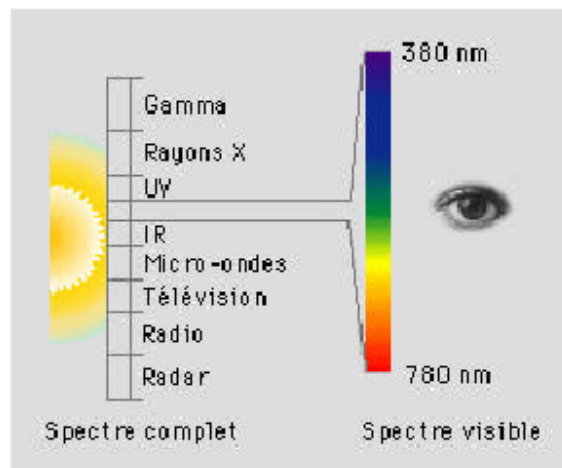


Fig. 1.1. Le spectre des radiations électromagnétiques

Dans cette plage, le spectre de la lumière s'étend de façon continue en fonction de la longueur d'onde (fig.1.2).

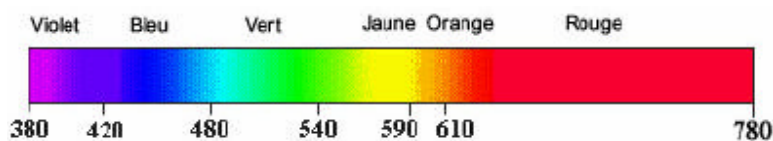


Fig. 1.2. Le spectre des couleurs visibles

¹ C'est sur l'aspect ondulatoire de la lumière que se base tout l'optique physique :

$\lambda = c/\nu$, avec λ =longueur d'onde; c =vitesse de la lumière (300000 Km/s); ν =fréquence en Hertz.

Il y a aussi l'aspect corpusculaire : la lumière est composée de photons, particules de matière de la famille des bosons qui participent aux interactions et échanges d'énergie entre les particules :

$E = h\nu$, avec E =énergie; h =constante de Planck; ν =fréquence en Hertz.

La dualité onde/corpuscule est indissociable dans la théorie quantique (cf. les travaux d'Einstein et de Louis de Broglie).

Chaque couleur visible peut être décomposée en trois couleurs de base, appelées les *couleurs primaires*. Les trois couleurs primaires sont *indépendantes* : aucune d'entre elles ne peut être obtenue par un mélange des deux autres.

La théorie de l'analyse trichrome conçue par Young et développée par Helmholtz et Maxwell, s'appuie sur la différence de sensibilité des neurones visuels. La rétine de l'œil comprend deux types de cellules visuelles : les *cônes* (6 à 7 millions) et les *bâtonnets* (100 à 200 millions). Les cônes

assurent, en lumière intense, la vision nette des *détails* et la vision des *couleurs*. Les bâtonnets, qui font défaut au centre de la rétine, ont, au contraire, une grande sensibilité (10 000 fois plus sensible

que les cônes) à bas niveau de lumière (dès que le flux lumineux < 1 lux). Ils sont cependant moins

précis et surtout ne différencient pas les couleurs.

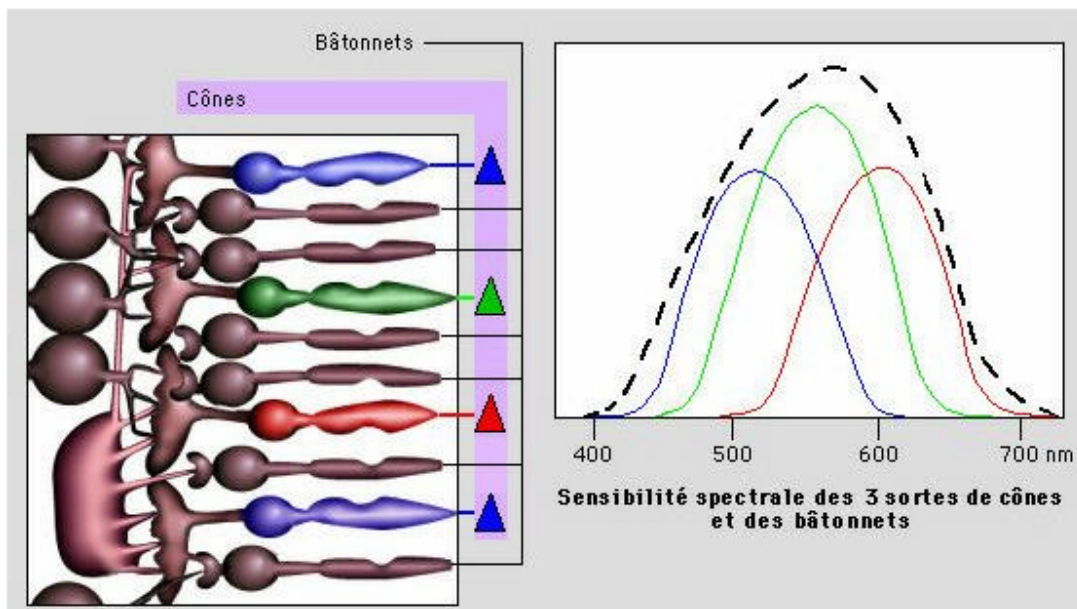


Fig. 1.3. Cônes et bâtonnets

Lorsqu'une lumière colorée excite la rétine de notre œil, les cônes ont une différence de sensibilité : certains sont sensibles au **Bleu (B)**, d'autres au **Vert (V)** et d'autres au **Rouge (R)**. Les cellules nerveuses transmettent au cerveau ces informations. Le cerveau combine ces 3 informations pour donner la sensation de couleur : "*Nous ne voyons pas avec nos yeux mais avec notre cerveau*" [J.P.Achard]. Lorsqu'on regarde un objet, l'œil reçoit une lumière colorée qu'il attribue à l'objet. Mais en réalité, la couleur n'est pas une caractéristique propre de l'objet. Un objet éclairé par une lumière ne réfléchit que la composante du spectre visible qui correspond à "sa couleur", les autres composantes étant absorbées. Il se comporte comme un filtre. On "voit" donc un objet par la lumière qu'il réfléchit². Un objet paraît bleu parce qu'il absorbe moins les

² Exemple : l'herbe ne paraît pas verte quand elle est éclairée par une lampe à vapeur de sodium, car la lumière émise par le sodium ne contient pas la longueur d'onde du vert.

radiations bleues que les vertes et les rouges. Dit autrement : la nature de la source lumineuse influence la perception des couleurs.

La couleur demeure avant tout une représentation mentale propre à chaque individu. Du coup, il n'y a pas de communication objective à propos de la couleur : personne n'a la même perception chromatique lorsque l'on évoque le rouge carmin, le vert céladon ou le bleu turquoise...

2 Synthèse additive et soustractive

En faisant varier l'intensité des trois couleurs primaires on peut obtenir n'importe quelle couleur visible. La synthèse des trois couleurs primaires peut être faite de deux façons (fig. 2.1) :

a) **additive** : la couleur finale est obtenue par l'association des trois primaires qui sont le **Rouge**, le **Vert** et le **Bleu** ;

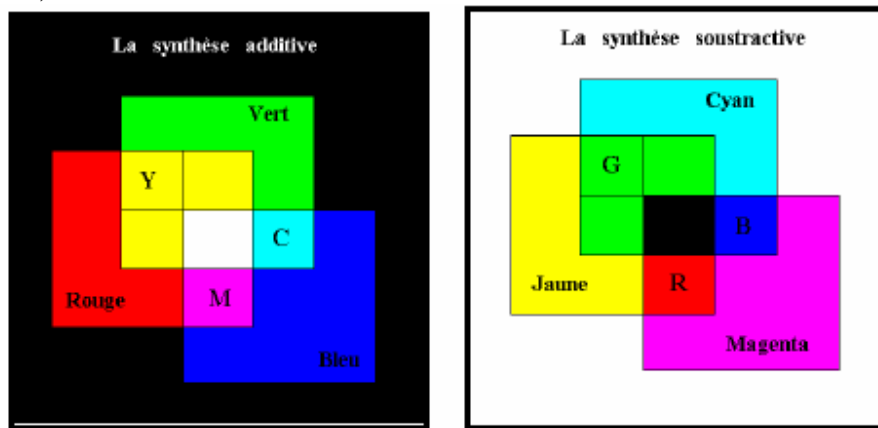


Fig. 2.1. Synthèse additive et soustractive

b) **soustractive** : la couleur finale est créée en soustrayant des primaires à une source lumineuse de blanc pur utilisant trois filtres colorés. Dans ce cas, les couleurs primaires sont : le **Cyan**³, le **Magenta**⁴ et le **Jaune** .

³ Une sorte de bleu pâle.

⁴ Proche de la couleur rouge.

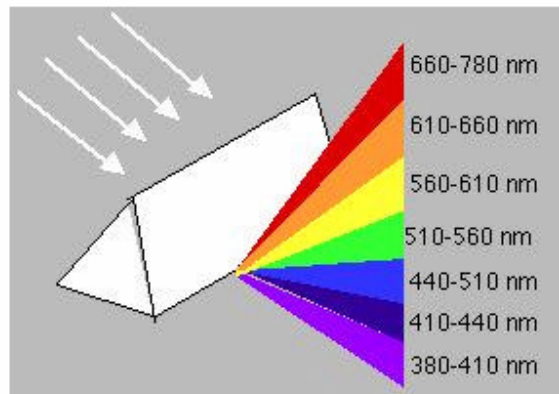


Fig. 2.2. Prisme de Newton (1676)

A partir de chacun de ces deux groupes de couleurs primaires il est possible de définir un système de coordonnées tridimensionnelles utilisé pour décrire un espace de couleurs. Pour les primaires additives ce modèle s'appelle le modèle **RVB** et pour celles soustractives il s'appelle le modèle **CMJ**. D'autres modèles existent, par exemple le modèle **CIE** et le modèle **TSI**.

3 Le modèle CIE

Un modèle universel représentant l'espace réel de couleurs a été défini en 1931 par la Commission Internationale de l'Eclairage (**CIE**). La CIE a défini trois couleurs primaires théoriques : **X** (rouge), **Y** (vert) et **Z** (bleu). On peut obtenir un triangle XYZ contenant l'ensemble du spectre visible. Une couleur s'exprimera comme un vecteur de coordonnées X, Y, et Z, correspondant à chaque couleur primaire du CIE. Le triangle XYZ est conçu afin que des valeurs égales des trois couleurs primaires produisent du blanc. Afin de manipuler des valeurs homogènes entre 0 et 1, CIE a proposé un système de coordonnées normalisé :

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}; \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}; \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z};$$

Ces coordonnées normalisées (x , y , z) représentent la *chromacité*. Il suffit de connaître deux coordonnées de chromacité pour en déduire la troisième : $z = 1 - x - y$.

Pour caractériser l'intensité de la couleur (**luminance**), la CIE a choisi, par convention, la coordonnée **Y** (vert). Ainsi, une couleur sera toujours définie par ses coordonnées x , y , Y du CIE (diagramme de chromacité de 1931 CIE xyY , fig 3.1). Pour retrouver les deux composantes primaires théoriques (X , Y) on utilise les relations suivantes :

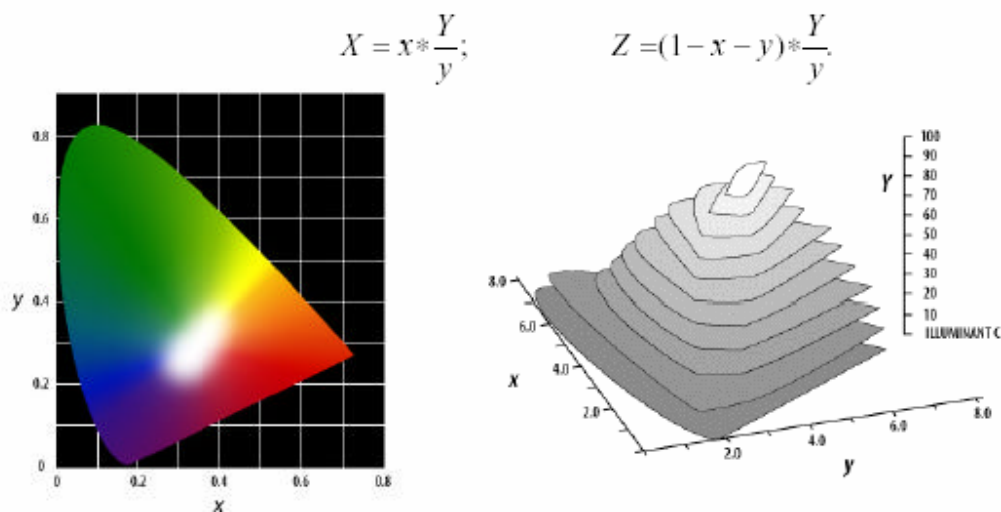


Fig. 3.1. Le modèle CIE

Le modèle CIE n'est pas très bien adapté pour être utilisé dans un système d'infographie⁵ mais il a plusieurs mérites :

- il offre une base de référence pour la conversion des couleurs d'une représentation à une autre;
- il est indépendant des conditions d'éclairage et de tout support de visualisation;
- il définit les caractéristiques d'un certain nombre de sources standards :
 - A (0,448; 0,408) couleurs à 2856 K d'un filament de tungstène;
 - B (0,349; 0,352) soleil au méridien;
 - C (0,310; 0,316) ciel couvert à midi;
 - D65 (0,313; 0,329) rayonnement du corps noir à 6504 K (le blanc de référence le plus courant pour les périphériques de visualisation).

4 Le modèle RVB

Dans le modèle **RVB** (en anglais **RGB** pour **R**ed, **G**reen, **B**lue) l'espace de couleurs est construit par addition des trois couleurs primaires additives : le **rouge** , le **vert** et le **bleu** . Si les trois composantes sont égales, on obtient un gris plus ou moins foncé. L'accroissement continu d'une seule composante entraîne un accroissement proportionnel de la luminosité d'ensemble. Le support initial est noir, autrement dit il ne réfléchit aucune couleur du spectre visible.

Dans ce cadre précis, une couleur (COULEUR) est définie par une valeur entière attribuée à chaque couleur primaire :

$$\text{COULEUR} = r'R + v'V + b'B, \quad \text{avec } r', v', b' \in \mathbb{N}.$$

Le support initial noir ne réfléchit aucune couleur du spectre visible (fig. 4.1) :

⁵ L'infographie est le domaine de l'informatique s'occupant de la synthèse d'images par ordinateur.

$$0R + 0V + 0B = \text{NOIR.}$$

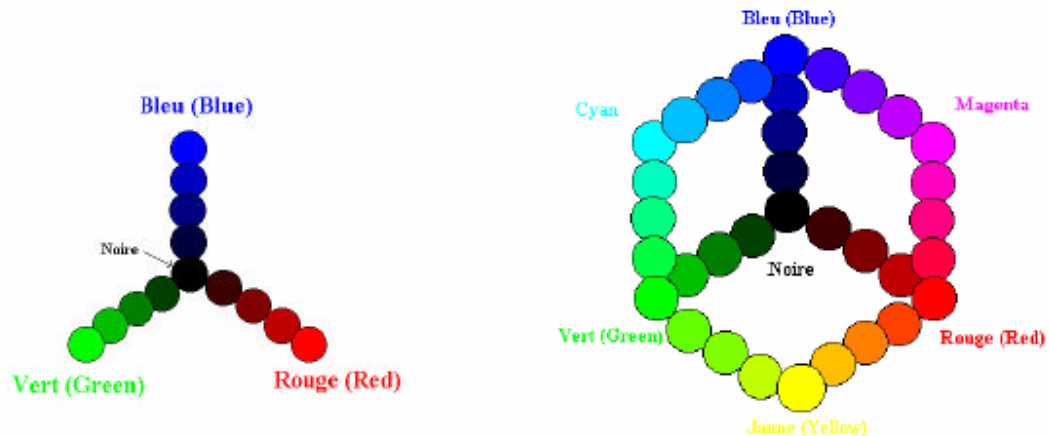


Fig 4.1. Les axes R,V, B et les plans VB, BR, RV

Si les trois composantes sont maximales, la couleur résultante est le blanc :

$$r'_{\max}R + v'_{\max}V + b'_{\max}B = \text{BLANC}, \text{ avec } r'_{\max}, v'_{\max}, b'_{\max} \in \mathbb{N}.$$

Mais quelle est la valeur maximale pour une composante? Chaque valeur est représentée sur un nombre de bits (nb) qui peut être 1, 4 ou 8 bits. Ainsi, r' , v' , b' prennent des valeurs comprises entre 0 et $2^{nb}-1$. Sur 1 bit on a deux valeurs possibles et l'image sera monochrome. Sur 8 bits, soit un octet pour chaque couleur, il est possible de modéliser :

$$2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 2^{24} = 16\,777\,216 \text{ couleurs.}$$

Ce nombre est largement suffisant en égard aux performances du système visuel humain qui discerne 350 000 couleurs différentes.

Le modèle RVB est le plus universellement implanté, car il correspond exactement au fonctionnement d'un moniteur couleur ou d'une carte graphique. Un écran **TRC** (Tubes à Rayons Cathodiques) est composé de triplets de pastilles de phosphore. Chaque pastille d'un triplet réalise une des trois couleurs primaires (R, V, B). La distance entre deux triplets, appelée **pitch**, détermine la **résolution**⁶ de l'écran.

⁶ Actuellement, les résolutions maximales sont de l'ordre de 2000x2000 avec un pitch de 0,21 mm. Un écran de qualité offre une résolution de 1280x1024 avec un pitch de 0,28 mm pour une taille de 21 pouces. Le pitch des écrans de télévisions est environ de 0,5 mm.

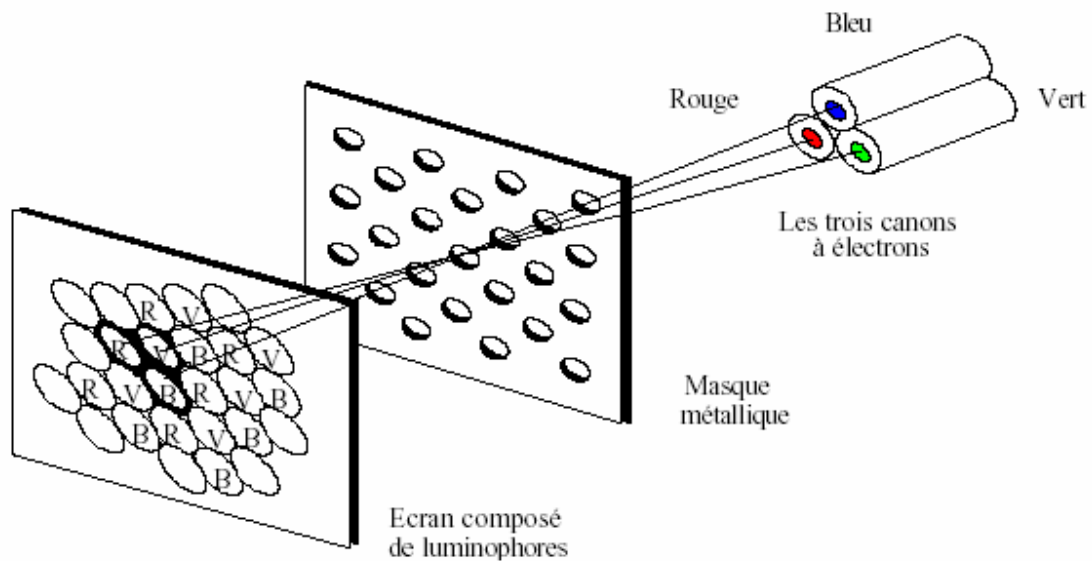


Fig 4.2. Le tube couleur à rayons cathodiques

Chaque phosphore est rendu plus ou moins lumineux par un canon à électrons; il y a trois canons à électrons (fig. 4.2). Un masque – une plaque de métal perforée de nombreux petits trous à raison d'un par triplet de phosphores – évite que les faisceaux d'une couleur aillent heurter des phosphores d'une autre couleur.

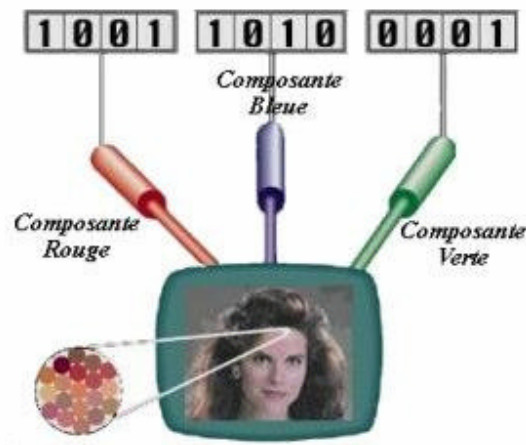


Fig. 4.3. Le tube cathodique

On retrouve un fonctionnement basé sur les trois couleurs fondamentales dans le scanner : les capteurs du scanner sont sensibles au *rouge*, *vert* et *bleu*.

Le modèle RVB tel qu'il est utilisé en informatique présente une épineuse difficulté : n'est absolument pas indépendant des périphériques, ce qui provoque des dérives de couleur entre la visualisation écran, et diverses formes d'édition. Pour corriger les dérives de couleur une solution est de convertir

les coordonnées RVB en leurs équivalents CIE. Les caractéristiques du périphérique cible

généralement exigées dans une routine de conversion RVB vers CIE sont :

- les caractéristiques x et y CIE des couleurs fondamentales RVB du périphérique;
- les caractéristiques x , y , Y du blanc de référence.

5. Le modèle CMJ et son dérivé CMJN

Le modèle **CMJ** (en anglais **CMY** pour **C**yan, **M**agenta, **Y**ellow) repose sur la qualité d'absorption de la lumière de l'encre imprimée sur du papier (fig. 5.1). Quand la lumière blanche touche les encres translucides, une partie du spectre est absorbée et une partie est renvoyée vers vos yeux.

En théorie, des pigments de *cyan* (C), *magenta* (M) et *jaune* (J) purs devraient s'associer pour absorber toute la couleur et produire du *noir*. C'est pour cette raison que ces couleurs sont appelées *couleurs soustractives*.

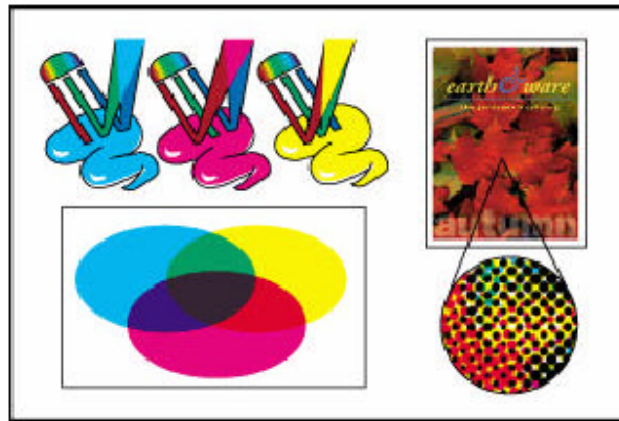


Fig. 5.1 Le modèle CMJ

Fondamentalement, il n'existe pas de différence entre le modèle CMJ et le modèle RVB. De la même manière que dans le modèle RVB, les différentes valeurs du visible sont obtenues en modifiant la proportion de chaque couleur primaire :

$$\text{COULEUR} = cC + mM + jJ, \text{ avec } c, m, j \in \mathbb{N}.$$

Pour le modèle CMJ le support initial est **blanc**, ce qui veut dire qu'il réfléchit toutes les couleurs du spectre visible :

$$0C + 0M + 0J = \text{BLANC}.$$

Théoriquement, si les trois composantes sont maximales la couleur résultante est le noir :

$$c_{\max}C + m_{\max}M + j_{\max}J = \text{NOIR}, \text{ avec } c_{\max}, m_{\max}, j_{\max} \in \mathbb{N}.$$

Les trois couleurs C, M et J sont les complémentaires du système RVB. Toutes les quantifications de l'espace RVB sont donc inversées dans l'espace CMJ.

La raison d'être pour le modèle CMJ vient du fait qu'il est très commode pour la synthèse soustractive. En conséquence il est surtout employé en imprimerie⁷, pour le mélange des encres, mais peut être utilisé en *infographie*.

Etant donné que toutes les encres d'impression contiennent des impuretés, ces trois encres produisent en réalité un marron terne, et elles doivent être associées à de l'encre noire (N) pour produire un noir véritable. Ces contraintes techniques ont rendu nécessaire l'extension classique **CMJN** (N pour noir). La reproduction de la couleur à partir de l'association de ces encres s'appelle impression en *quadrichromie* ou synthèse *quadrichromique*. En imprimerie, une encre pure noire est préférée à l'association des trois primaires. La composante noire maximale correspond alors à "minimum (C, M, Y)". Ex. : (0,7; 0,4; 0,3) → (0,4; 0,1; 0; 0,3).

Le papier photo fonctionne selon le même principe, à la différence que les pigments (colorants présents sous forme de particules solides) sont de couleur rouge, verte et bleue alors que la presse utilise des encres (colorants dilués dans un liquide).

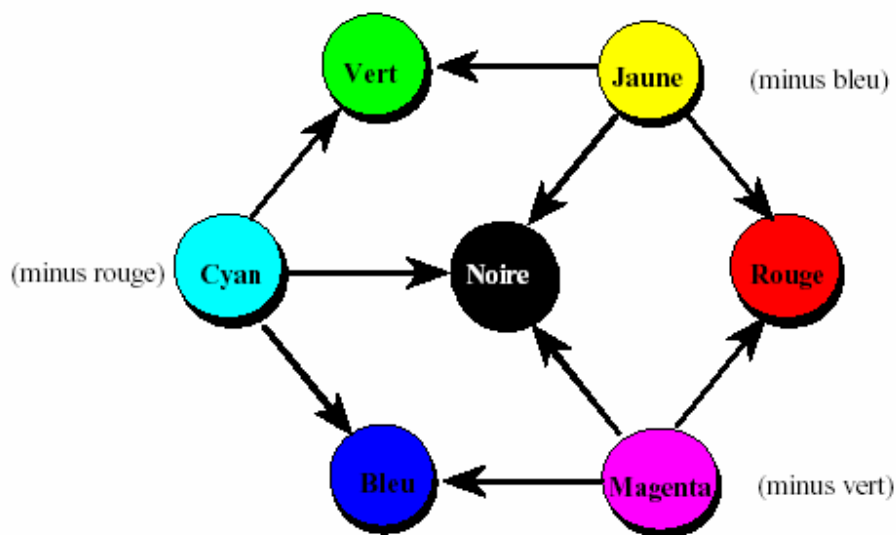


Fig. 5.2. Le modèle CMJN

Dans les deux modèles, CMJ et RVB, l'espace de couleur peut être représenté par un cube (fig. 5.3). La diagonale (0,0,0) - (1,1,1) correspond à la gamme de gris : les composantes primaires y sont en proportions égales.

⁷ Les procédés d'impression sur papier font naturellement appel à la synthèse soustractive, puisque la couleur perçue provient de la transmission, et, dans une moindre mesure, de la réflexion d'une lumière incidente à travers une encre colorée. Celle-ci filtrera donc la lumière blanche incidente.

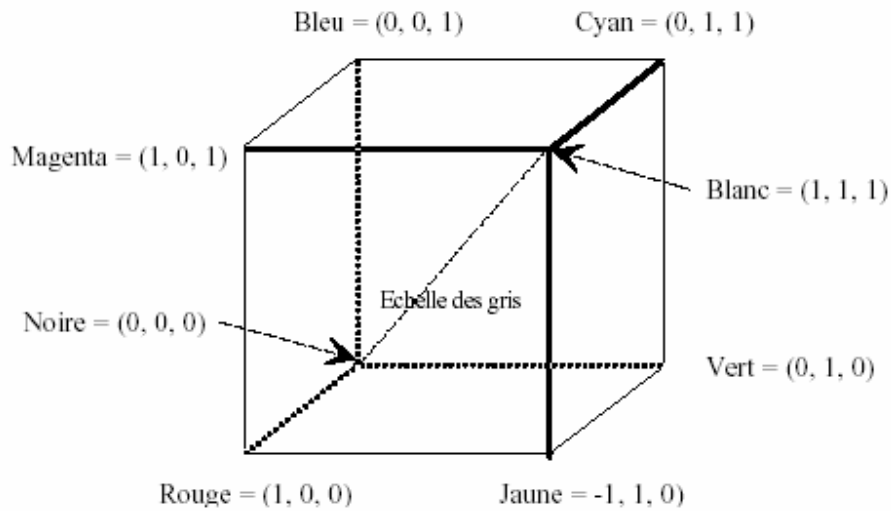


Fig. 5.3. Cube des couleurs primaires du RVB et du CMJ

Pour la télévision couleur, on préfère le système (Y, R-Y, B-Y) au système (R,V,B) :

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,30R + 0,59V + 0,11B \\
 Dr &= -1,33R + 1,12V + 0,217B \\
 Db &= -0,45R - 0,88V + 1,33B
 \end{aligned}$$

La luminance (Y) utilisée séparément, produirait une image en noir et blanc. Les deux autres composantes (notées **Dr** et **Db** pour le SECAM, **I** et **Q** pour NTSC, et respectivement **U** et **V** pour PAL) donnent des informations relatives à la couleur.

Leur mélange donne la *chrominance* (fig. 5.4).

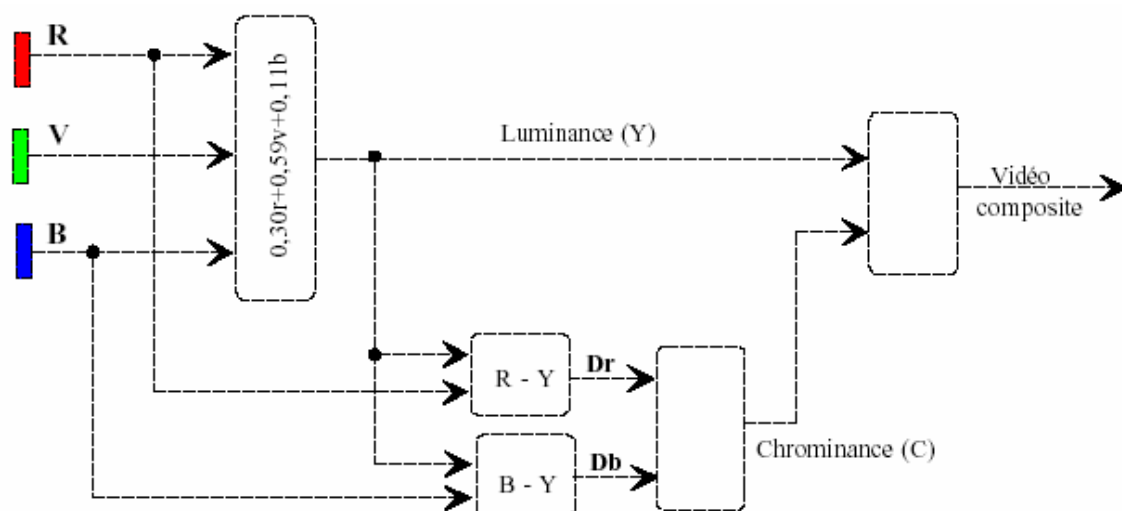


Fig. 5.4. Le principe de codage vidéo

A chaque niveau supérieur de codage le signal utile occupe une moindre place, mais il est chaque fois dégradé. La transmission en mode composante permet d'obtenir des images de meilleure qualité.

6. Images numériques

Les images numériques sont classées en deux catégories principales : les images *bitmap* et les images *vectorielles*. La compréhension des différences qui les régissent est déterminante lors de la création, l'édition ou l'importation de ces images.

6.1. Images bitmap

Les images bitmap ou **images en mode point** ou **images matricielles** s'appuient sur un quadrillage (appelé *bitmap* ou *matrice*) de carrés minuscules (*pixels*) pour représenter les graphiques (similaire avec le pointillisme⁸). A chaque pixel de l'image correspond un groupe de bits pour la valeur de couleur. Ainsi, un pixel peut être :

- **monochrome** (éteint ou allumé) : **un seul bit** est nécessaire pour représenter le pixel de l'image.
- **multicolore**, des bits supplémentaires, allant jusqu'à **64**, permettent de représenter le code de couleur associé (sur **n** bits on peut représenter **2ⁿ** couleurs).

⁸ Procédé d'application technique mis au point par les néo-impressionnistes, le pointillisme consiste à juxtaposer sur la toile des taches de couleur pure pour obtenir un effet optique à une certaine distance (Seurat (1859-1891)).



Fig. 6.1. Une image composée des gelées

Lorsqu'on manipule des images bitmap, on ne modifie pas des *objets* ou des *formes* mais des *pixels*. Les images bitmap, capables de reproduire de fines gradations de nuances et de couleurs, constituent le support électronique idéal pour l'exploitation d'images à tons continus, comme les photographies ou les images créées dans des programmes de dessin.

Une image bitmap peut être comprimée. Le résultat de l'opération n'est plus une matrice de points mais un lot de données binaires. Le stockage d'une image en mode point est adapté aux étapes ultimes de son exploitation (édition sur une imprimante, visualisation sur un écran, etc.).

Moyens d'obtenir une image bitmap :

- appareil photo numérique ;
- logiciel de dessin (Photoshop, Painter, CorelDraw, PhotoImpact, Paint Shop Pro,...) ;
- numériseur (scanner) et un logiciel de numérisation;
- carte de capture vidéo;
- logiciel pour la capture de l'écran (en totalité ou un partie).

La **résolution** des image bitmap désigne le nombre de pixels par unité de longueur ; elle se mesure généralement en nombre de **points par pouce (ppp)** *numérisés, affichés* ou *imprimés*. Plus le nombre de *ppp* est élevé, meilleure est la qualité, mais aussi le fichier d'image devient plus grand. Une augmentation de la résolution de numérisation ne donne pas nécessairement une

meilleure image. Au-delà d'un certain *seuil*, un accroissement de la résolution de numérisation se traduit uniquement par augmentation de la taille de l'image numérisée, sans amélioration sensible de sa qualité. Le *dpi* (**d**ot **p**er **i**inch) permet d'exprimer la résolution d'une imprimante, sa capacité d'imprimer de petits détails. A l'impression on peut varier la dimension de l'image pour augmenter le dpi, et, en conséquence la qualité de l'image.

Les images bitmap sont affichées sur l'écran plus vite que les images vectorielles : l'image est directement chargée dans la mémoire vidéo, on éliminant le temps pris pour la reconstitution d'une image vectorielle.

Par contre, les images bitmap ont deux inconvénients majeurs. Tout d'abord elles sont **gourmandes en mémoire**⁹; la taille et le nombre de couleurs contenues déterminent l'espace nécessaire pour stocker une bitmap.

7. Images vectorielles

Les images vectorielles sont constituées de *traits* et de *courbes* définis par des éléments mathématiques appelés *vecteurs*. Ceux-ci portent les caractéristiques géométriques des graphiques. Ainsi, dans un graphique vectoriel, la représentation d'un pneu de bicyclette repose sur la formule mathématique d'un cercle possédant un rayon déterminé, placé à un endroit précis et rempli d'une couleur spécifique. On peut *déplacer*, *redimensionner* ou *modifier* la couleur du pneu sans altérer la qualité de l'image. La taille d'une image vectorielle dépend de la *complexité* de l'image et du nombre d'instructions nécessaires pour la tracer ; elle est beaucoup plus petite que la taille d'une image bitmap.

Les images vectorielles sont *indépendantes* de la résolution; elles sont automatiquement mises à l'échelle pour être imprimées de façon nette et précise sur n'importe quel périphérique de sortie, quelle que soit la résolution. A ce titre, elles conviennent parfaitement au texte (en particulier de corps moindre) et aux caractères gras, comme ceux des logos, qui nécessitent des traits nets et clairs faciles à dimensionner.

⁹ La représentation en bitmap d'un écran VGA 640x480 pixels avec 16 couleurs nécessite 150 Ko de mémoire. Mais un écran avec une définition de 1024*768 pixels en 16,7 mil. couleurs nécessite une mémoire graphique de 4 Mo.



Sur les moniteurs, les images s'affichant au moyen d'un quadrillage de points : les images vectorielles, tout comme les images bitmap, s'affichent en pixels à l'écran.

8. Formats de fichiers graphiques

JPEG (Joint Photographic Experts Group)

- standard de compression pour les images fixes;
- compression avec perte;
- réservé aux photos et aux images à tons continus;
- 11 réglages de compression;
- affichage séquentiel - ligne par ligne - format de base ou de base optimisé (Huffman);
- affichage progressif - passages multiples

GIF (Graphics Interchange Format)

- reconnaît maximum 256 couleurs (8 bpp);
- adapté aux images à fort contraste (dessin au trait) et au texte;
- utilise la compression LZW (comme TIFF);
- deux variantes :
 - 87a (pixels opaques)
 - 89a (pixels transparents), sous Photoshop : Fichier/Exportation/Export GIF89a

PNG (Portable Network Graphics, prononcé ping) "PNG, Not GIF"

- supporte les images 24 bpp et 48 bpp;
- permet d'intégrer des couches masques pour le contrôle de la transparence graduelle;
- conçue pour de petites images en couleur totale (World Wide Web);
- compression sans perte;
- entrelacement (Adam7 - dessine l'image en sept passages).

EPS (PostScript Encapsulé)

- format mixte qui contient une image bitmap, en basse résolution, et une image vectorielle;
- pris en charge par pratiquement tous les programmes de graphiques, d'illustrations et de mise en page ;
- sert à transférer les objets en langage PostScript entre des applications.
- prend en charge les modes de couleur Lab, CMJN, RVB, couleurs indexées, bichromie, niveaux de gris et Bitmap ainsi que les tracés de détourage ;
- ne prend pas en charge les couches alpha.

FIF (Fractal Image File)

- Format pour les fichiers d'images compressées avec la technologie qui exploite la théorie des fractals (compression fractale) ;

PDF (Portable Document Format)

- utilisé par Adobe Acrobat, le logiciel d'édition électronique pour Windows, Mac OS, UNIX® et DOS ;
- peuvent représenter aussi bien des graphiques vectoriels que des images bitmap ;
- peut comporter des fonctions de recherche et de navigation dans des documents électroniques comme des liaisons électroniques ;
- prend en charge la compression JPEG et ZIP, sauf pour les fichiers en mode Bitmap (compression CCITT Group 4).

PICT

- utilisé pour le transfert d'images entre les applications Macintosh de dessin vectoriel et de mise en page ;
- particulièrement efficace pour la compression des images contenant de vastes aplats (ex. couches alpha qui contiennent souvent des zones étendues de blanc et de noir) ;
- échantillonnage de 16 ou 32 bits par pixel .

TGA (Targa®)

- créé pour les systèmes utilisant la carte vidéo Truevision ;
- pris en charge par la plupart des applications couleur MS-DOS ;
- prend en charge les fichiers RVB 32 bits avec une seule couche alpha, et les fichiers couleurs indexées, niveaux de gris et RVB 16 bits et 24 bits sans couche alpha.

TIFF (Tagged-Image File Format - format de fichier d'images référencées)

- lancé par la société Aldus Corp et développé par Datacorpy, Dest, Hewlett Packard, Microtek et Microsoft pour manipuler des images de haute densité ;
- utilisé pour échanger des fichiers entre des applications et des plates-formes informatiques ;
- format d'image bitmap flexible pris en charge par la plupart des applications de dessin, d'édition d'images et de mise en page ; est devenu un standard industriel pour la Publication Assistée par Ordinateur (PAO) ;
- la plupart des scanners de bureau peuvent produire des images TIFF ;
- conserve le mieux la qualité originale d'une image (la résolution initiale est conservée) ;
- prend également en charge la compression LZW.

PCX (PiCture eXchange)

- conçu pour des besoins de visualisation sur écran IBM-PC ou compatible (les modes CGA, EGA, VGA ou MCGA).
- prend en charge les modes de couleur RVB, couleurs indexées, niveaux de gris et Bitmap, mais pas les couches alpha ;
- prend en charge le mode de compression RLE ;
- peut avoir une profondeur de bit de 1, 4, 8 ou 24 (la version 5).

BMP

- format d'image standard Windows et OS/2 pour les ordinateurs compatibles DOS et Windows ;
- résolution de l'image, de 1 à 24 bits.

DIB (Device Independent Bitmap) – le format standard de bitmap utilisé par Windows.

Adresses web pour la couleur

Introduction à la colorimétrie (1ère partie), Dossier Technique de la CST n°7

<http://www.cst.fr/dtech/07-mai98/index.html>

Introduction à la colorimétrie (2ème partie), Dossier Technique de la CST n°8

<http://www.cst.fr/dtech/08-juin98/index.html>

Le guide de la couleur et de l'image imprimée

<http://www.multimania.com/guidcoul>

International Color Consortium

<http://www.color.org/>

Color and Color Management Technical Guides

<http://www.adobe.com/support/techguides/color/>