

Cours 1 : Représentation des données

🔑 Compétences évaluable :

- C1.1 [Associer le système hexadécimal RGB à des couleurs]
- C9.3 [QCM avec auto-évaluation]

1 Système décimal et système binaire

Système décimal

On appelle **système décimal** le système utilisé couramment pour représenter des nombres. Il utilise dix symboles (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), que l'on appelle la **base décimale**.

👉 *Remarque* : Le choix d'utiliser dix symboles est très probablement dû au fait que l'être humain possède habituellement dix doigts.

Le système décimal n'est pas l'unique système de représentation de nombres. Effectivement, on peut se convaincre que ce choix est arbitraire (si l'être humain n'avait que huit doigts, que se serait-il passé ?). Il n'est d'ailleurs pas le plus « pratique » en informatique, comme nous allons le voir.

Système binaire

On appelle **système binaire** le système utilisant la **base binaire** (0, 1).

Le système binaire est le plus simple pour traiter de l'information. En effet, imaginons que je souhaite transmettre le mot « pomme » à un voisin. Cela sous-entend que je connaisse un système contenant vingt-six caractères différents (ceux de l'alphabet), et que mon voisin connaisse également ces vingt-six caractères. Heureusement, nos cerveaux étant constitués de centaines de milliards de connexions, écrire et lire l'alphabet est un jeu d'enfant.

Cependant, créer un dispositif informatique pouvant écrire et lire, qui plus est de manière microscopique, vingt-six caractères devient assez complexe. D'autant plus si l'on prend en compte les majuscules, les chiffres et autres ponctuations !

Il est en revanche bien plus simple de distinguer deux symboles ou deux états l'un de l'autre : par exemple, le rouge est différent du bleu, et le haut est différent du bas. Les avancées technologiques du siècle dernier ont permis l'exploitation de cette propriété à l'échelle microscopique, via la mesure du champ magnétique produit par une cellule (voir figure 1).

Il est aisément possible de passer de la représentation binaire à la représentation décimale, et inversement¹. Ainsi, toute l'information peut être (et l'est effectivement) traitée en binaire par un ordinateur sans être perdue : il ne s'agit que d'une représentation des nombres !

1. Mais ce n'est ni le but de ce chapitre, ni celui de ce cours.

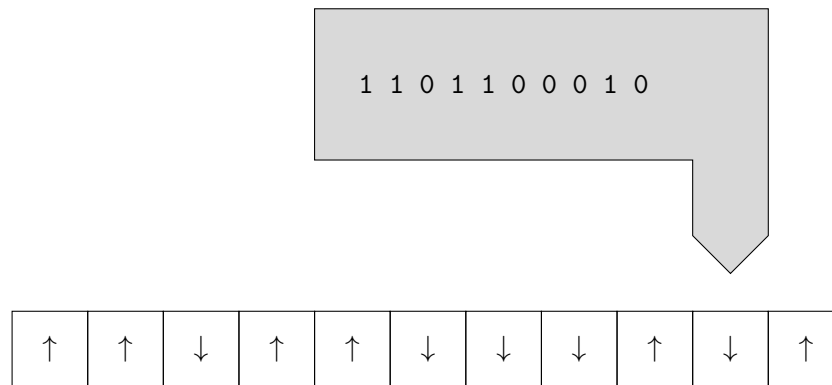


FIGURE 1 – Fonctionnement d'un disque dur. Chaque cellule correspond à un aimant, dont le pôle nord est orienté soit vers le haut, soit vers le bas. La tête de lecture permet de « lire » le sens du champ magnétique produit par chaque cellule : elle associe le chiffre 1 à un pôle ascendant, et le chiffre 0 à un pôle descendant.

2 Bit, octet et système hexadécimal

Bit

On appelle **bit** un élément d'information en représentation binaire. Un bit ne peut ainsi valoir que 0 ou 1.

Octet

On appelle **octet** un ensemble de huit bits successifs. C'est l'unité de mesure la plus courante pour la mémoire informatique.

On utilise parfois des multiples de l'octet, comme le kilooctet (mille octets), le mégaoctet (un million d'octets) ou le gigaoctet (un milliard d'octets).

Les nombres 1101 0010 ou 0010 0110 représentent donc chacun un octet. Puisque chaque bit peut valoir 0 ou 1, un octet peut prendre $\underbrace{2 \times 2 \times 2 \times \dots \times 2}_{8 \text{ fois}} = 256$ valeurs différentes. Historiquement, cela était largement suffisant pour traiter l'information, car à chaque octet pouvait être associé un caractère. Ainsi, la tête de lecture pouvait lire huit bits successifs, convertir ce nombre en un caractère, puis passer au suivant et ainsi de suite.

Cependant, cette écriture en octets est très longue à déchiffrer pour des humains. Il a alors été décidé d'utiliser un symbole équivalent pour chaque demi-octet (voir figure 2) en utilisant le système hexadécimal.

Système hexadécimal

On appelle **système hexadécimal** le système utilisant la **base hexadécimale** (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F).

hexadécimal	décimal	binaire
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011
12	C	1100
13	D	1101
14	E	1110
15	F	1111

FIGURE 2 – Équivalence entre le système hexadécimal, le système décimal et le système binaire.

Si l'on reprend les deux exemples précédents, on remarque alors que l'octet 1101 0010 peut s'écrire D2 en hexadécimal, et l'octet 0010 0110 peut de même s'écrire 26 en hexadécimal.

Question 1 : Comment écrire les octets 1110 0101 et 0111 1100 en hexadécimal ?

3 Couleurs et système RGB

Toute couleur visible par l'œil humain peut être synthétiser par trois lumières primaires : le rouge, le vert et le bleu. En effet, les couleurs sont perçues dans notre œil par les cônes, photorécepteurs réagissant à différentes longueurs d'onde (voir figure 3).

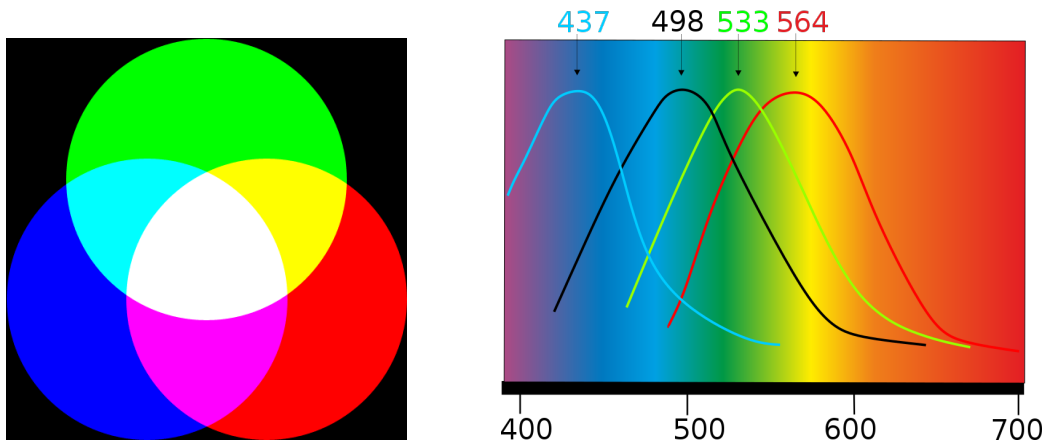


FIGURE 3 – À gauche : synthèse additive des couleurs. À droite : spectre d'absorption des cônes (pics à 437, 533 et 564 nanomètres).

On aperçoit par exemple que le jaune est une composition de vert et de rouge, alors que le magenta est une composition de vert et de bleu.

Imaginons que l'on se permette un octet de mémoire par couleur primaire : un octet pour le rouge, un octet pour le vert et un octet pour le bleu.

Question 2 : Combien de combinaisons sont possibles pour chaque octet ? En déduire le nombre de possibilités pour décrire une couleur.

Système RGB

Le **système RGB** (red, green, blue) ou **RVB** (rouge, vert, bleu) est un système de codage informatique des couleurs. Il utilise un octet par couleur primaire, soit un total de 16 777 216 couleurs différentes.

On représente l'ensemble de ces trois octets par le symbole # suivi des valeurs de l'octet rouge, de l'octet vert et de l'octet bleu dans cet ordre précis et en hexadécimal.

Question 3 : On estime que la vision d'un être humain lui permet de distinguer environ un demi-million de couleurs différentes. Commenter l'intérêt de coder les couleurs à l'aide de trois octets.

Question 4 : L'octet 00 correspond à une absence de couleur, alors que l'octet FF correspond à une présence totale de cette couleur. Quels seraient les représentations du rouge, du bleu et du vert en système RGB ?

Question 5 : Même question pour le jaune, le cyan et le magenta.

Question 6 : Le noir étant une absence de couleur et le blanc une présence de toutes les couleurs, donner les représentations du noir et du blanc en système RGB.

4 Images numériques

Un écran numérique (d'ordinateur, de téléphone, de télévision...) est notamment constitué d'un écran éclairant, à l'arrière, et d'un écran de cristaux liquides pouvant laisser passer la lumière ou non. Devant chaque cellule de cristaux liquides sont placés trois filtres rouge, vert et bleu, permettant ainsi de reconstituer une couleur (voir figure 4).

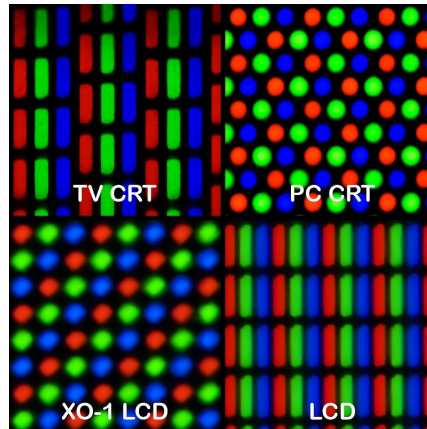


FIGURE 4 – Différentes géométries pour les cellules à cristaux liquides.

Pixel et résolution

On appelle **pixel** l'unité minimale d'un affichage numérique.

La **résolution** d'une image numérique correspond alors à la donnée conjointe du nombre de pixels horizontaux et verticaux de cette image.

☛ *Remarque* : Les formats les plus répandus pour les affichages numériques sont 4:3 et 16:9 ; cela correspond au rapport entre la dimension horizontale et la dimension verticale.

Image matricielle

Une **image matricielle** est une image donnée sous forme de matrice (ou de tableau).

Prenons l'exemple de l'image matricielle en figure 5 ; elle est constituée :

- En haut à droite, d'un rectangle rouge de deux pixels de longueur et d'un pixel de hauteur ;
- En haut au milieu, d'un rectangle vert de deux pixels de longueur et d'un pixel de hauteur ;
- En haut à gauche, d'un rectangle bleu de deux pixels de longueur et d'un pixel de hauteur ;
- En bas à gauche, d'un rectangle noir de deux pixels de longueur et de deux pixels de hauteur ;
- En bas à droite, d'un rectangle jaune de deux pixels de longueur et de deux pixels de hauteur.

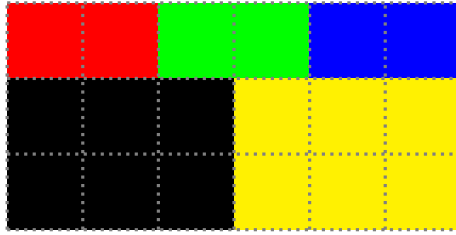


FIGURE 5 – Image matricielle. Les pixels sont délimités, pour la visualisation, par des pointillés.

On peut alors la représenter par une matrice :

$$\begin{pmatrix} \text{rouge} & \text{rouge} & \text{vert} & \text{vert} & \text{bleu} & \text{bleu} \\ \text{noir} & \text{noir} & \text{noir} & \text{jaune} & \text{jaune} & \text{jaune} \\ \text{noir} & \text{noir} & \text{noir} & \text{jaune} & \text{jaune} & \text{jaune} \end{pmatrix}$$

Bien entendu, les couleurs seront numériquement souvent représentées en hexadécimal, ce qui donne :

$$\begin{pmatrix} \text{FF0000} & \text{FF0000} & \text{00FF00} & \text{00FF00} & \text{0000FF} & \text{0000FF} \\ \text{000000} & \text{000000} & \text{000000} & \text{FFFF00} & \text{FFFF00} & \text{FFFF00} \\ \text{000000} & \text{000000} & \text{000000} & \text{FFFF00} & \text{FFFF00} & \text{FFFF00} \end{pmatrix}$$