

PARTIE 9 : NUMERISATION ET TRANSMISSION

Séquence 1 : De l'analogique au numérique

Séance 2 : L'image numérique

I. De l'image analogique à l'image numérique

1. Pixellisation

- Une **image numérique** est stockée sous **forme binaire** et est constituée de **pixels** (contraction de PICTure Element), eux-mêmes divisés en trois sous-pixels : Rouge, Vert, Bleu (RVB)
- La **définition** d'une image est le nombre de pixels qu'elle contient. Cela correspond au nombre de pixels contenus dans la dalle (surface) de capteurs d'un appareil photo.
Définition de l'image : nbre de colonne × nbre de ligne de l'image

Exemple :

Une image possédant 1600 colonnes et 1200 lignes comporte : $1600 \times 1200 = 1,92.10^6$ pixels.
Cette image a une définition d'environ 2 Mpx.

- La **résolution** de l'image est le nombre de pixels par unité de longueur.
Elle s'exprime en ppp (*points par pouce*, dpi pour *dots per inch* en anglais).

Si une image possède peu de pixels par unité de longueur, celle-ci apparaîtra pixellisée.

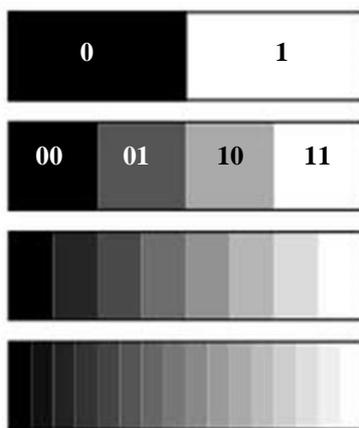


2. Codage des pixels en niveau de gris

Lors d'une prise de photo en noir et blanc, le capteur mesure l'intensité lumineuse moyenne (grandeur analogique) reçue par chaque pixel qui est convertie en une tension électrique. Cette tension est ensuite quantifiée et numérisée en fonction du nombre de bits disponibles du C.A.N.

À chaque valeur d'intensité lumineuse correspond un niveau de gris codé numériquement.

Quelque soit le nombre de bits utilisés pour le codage, la valeur minimale (0) correspond au noir, et la valeur maximale (1) correspond au blanc.



↑ Figure 11 : nuances de gris

Une image en noir et blanc ne nécessite que deux niveaux de gris : le noir et le blanc. Chaque pixel est codé par un seul bit pouvant prendre 2 valeurs : 0 (noir) ou 1 (blanc).

| | |
|---|---|
| 0 | 1 |
|---|---|

2 bits permettent de coder $2^2 = 4$ niveaux de gris

| | | | |
|----|----|----|----|
| 00 | 01 | 10 | 11 |
|----|----|----|----|

3 bits permettent de coder $2^3 = 8$ niveaux de gris

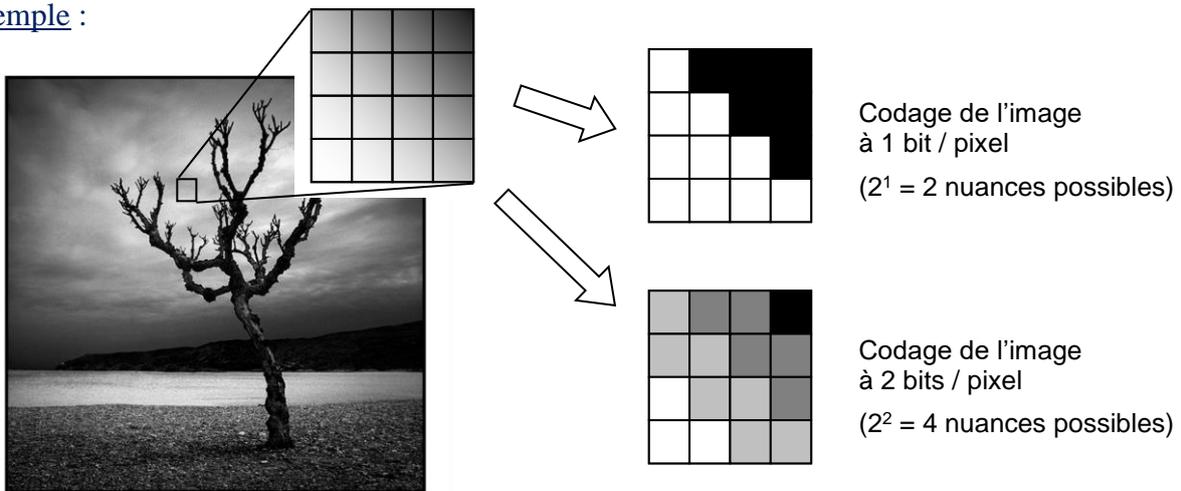
| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | ? | ? |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|

4 bits permettent de coder $2^4 = 16$ niveaux de gris

| | | | | | | | | | | |
|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0000 | 0001 | 0010 | ? | 0100 | 0101 | 0110 | 0111 | 1000 | 1001 | ... |
|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|-----|

Un octet (8 bits) permet de coder pour **chaque pixel** $2^8 = 256$ niveaux de gris, soit 256 niveaux d'intensité lumineuse différents.

Exemple :



↑ Figure 12 : restitution d'un codage

La valeur numérique codant l'intensité lumineuse ainsi que celles codant la position du pixel sur la matrice sont stockées dans la mémoire de l'appareil.

3. Le codage RVB

Pour restituer toutes les couleurs d'une image on utilise la synthèse additive des couleurs avec les 3 couleurs primaires RVB.

Le codage le plus utilisé est le codage RVB 24 bits.

Chaque sous-pixel est codé sur un octet (8 bits), et peut donc prendre 256 valeurs différentes, comprises entre 0 et 255.

- Lorsque la couleur primaire est éteinte, l'octet prend sa plus petite valeur : **0000 0000**.
- Lorsque la couleur primaire a sa plus forte intensité lumineuse, l'octet prend sa valeur la plus élevée : **1111 1111**.

Chaque pixel, regroupant les trois couleurs primaires, est donc codé sur 3 octets, soit $3 \times 8 = 24$ bits. Chaque sous-pixel pouvant prendre 256 nuances différentes, chaque pixel peut prendre plus de 16 millions de nuances de couleurs différentes :
 $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$.

Exemples :

- blanc : toutes les couleurs primaires sont allumées avec la plus forte intensité lumineuse possible :

| R | | | | | | | | V | | | | | | | | B | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

- noir : toutes les couleurs primaires sont éteintes (avec la plus petite intensité lumineuse possible).

| R | | | | | | | | V | | | | | | | | B | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | v |

Le codage en niveau de gris est obtenu en attribuant la même valeur aux 3 sous-pixels RVB : **plus la valeur est faible, plus le gris est sombre.**

- gris foncé : toutes les couleurs primaires sont allumées avec une assez faible intensité lumineuse.

| R | | | | | | | | V | | | | | | | | B | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

- gris clair : toutes les couleurs primaires sont allumées avec une assez forte intensité lumineuse.

| R | | | | | | | | V | | | | | | | | B | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

| RVB | Couleur obtenue |
|-------------------|---|
| (255 ; 0 ; 0) |  rouge pur |
| (224 ; 116 ; 21) |  orange |
| (255 ; 255 ; 255) |  blanc |
| (160 ; 160 ; 160) |  gris |

Fig. 11 Codage RVB et couleur.

4. Taille d'une image numérique

On définit la taille d'une image comme le nombre total d'octets nécessaires à son codage.

$$\text{taille} = \text{nbre d'octets par pixel} \times \text{définition.}$$

Exemple :

On considère une image de 1600 colonnes et de 1200 lignes.

- Si cette image est codée en 24 bits (3×8 bits) RVB (3 octets par pixel), sa taille est de $3 \times 1600 \times 1200 = 5,76.10^6$ octets = $4,61.10^7$ bits.
- Si cette image est codée en N&B (1 octet par pixel), sa taille est de $1 \times 1,92.10^6 = 1,92.10^6$ octets = $1,54.10^7$ bits.

En réalité, le fichier a une taille légèrement supérieure car quelques octets sont utilisés pour coder des informations comme le format, le nombre de lignes et de colonnes, le nom du fichier...