

## I. Nature d'un signal

### I.1 Qu'est ce qu'un signal ?

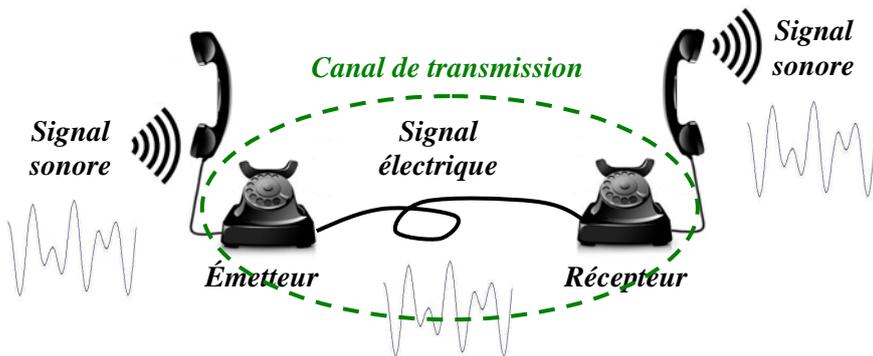
Un signal est la représentation physique d'une information (température, heure, pression...).

Pour transmettre un signal d'un lieu à un autre on utilise une **chaîne de transmission** composée :

- d'un encodeur
- d'un canal de transmission (émetteur, milieu de transmission, récepteur)
- d'un décodeur

Exemple :

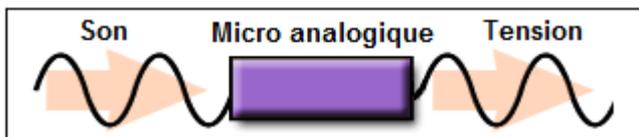
↓ Figure 1 : Chaîne de transmission



Lors d'un appel téléphonique :

1. Le micro (**encodeur**) d'un téléphone analogique convertit le signal sonore en signal électrique.
2. Une ligne téléphonique (ligne filaire) achemine le signal électrique vers un autre téléphone analogique.
3. Le haut parleur (**décodeur**) de ce dernier téléphone convertit le signal électrique en signal sonore.

Dans cet exemple, le signal sonore émis, le signal reçu, ainsi que le signal électrique circulant dans le fil sont des signaux analogiques car ils varient de façon continue dans le temps.



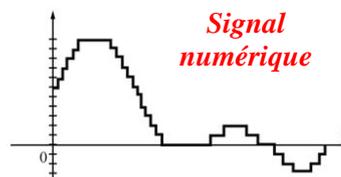
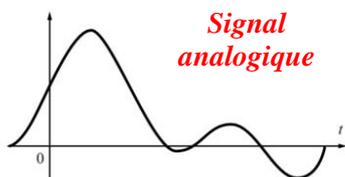
⇐ Figure 2

Le son est une variation de pression continue dans le temps. Le signal électrique fabriqué par le micro varie aussi de manière continue.

### I.2 Signal analogique et signal numérique ?

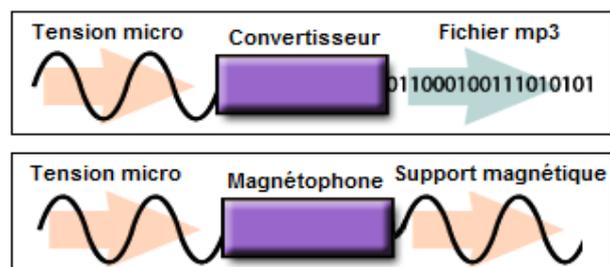
Définitions :

- Un signal analogique varie de façon continue en fonction du temps.
- Un signal numérique varie de façon discrète au cours du temps, c'est-à-dire par palier.



Enregistrement numérique :

Si le même chanteur enregistre son chant sur un ordinateur via un microphone, l'ordinateur convertit le signal électrique en un signal numérique qui sera stocké sous la forme d'un fichier audio numérique

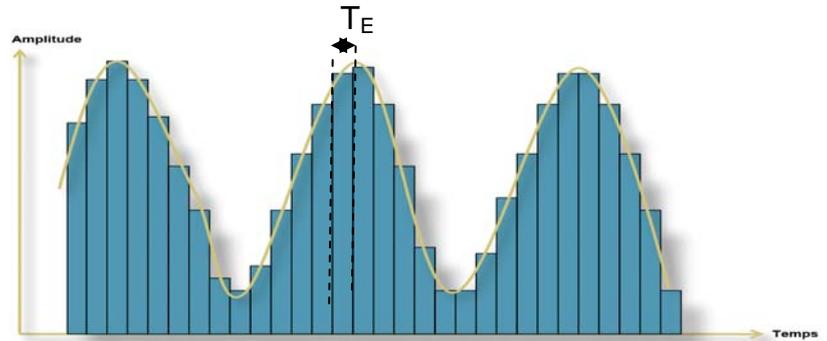


## II. Numérisation d'un signal

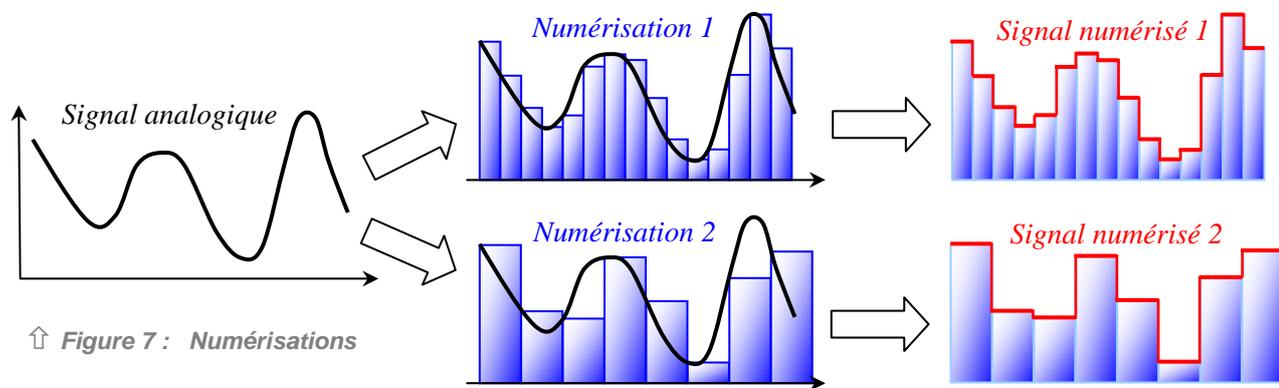
Pour convertir un signal analogique en signal numérique il faut le numériser. Cette numérisation est faite par un **Convertisseur Analogique-Numérique (C.A.N.)**.

### II.1 L'échantillonnage

Dans un premier temps on découpe le signal analogique en **échantillons** (« *samples* » en anglais) de durée égale  $T_E$  durant laquelle **la valeur du signal sera bloquée**, c'est-à-dire maintenue constante.



La fréquence d'échantillonnage correspond au nombre d'échantillons par seconde.



↑ Figure 7 : Numérisations

### II.2 Quantification et numérisation

La valeur de chaque échantillon est comparée à l'ensemble des valeurs, **multiples entiers du pas, permises par la résolution du convertisseur**.

Cette valeur est alors **remplacée par la valeur permise** (multiple entier de pas) **la plus proche**.

La résolution d'un convertisseur (ou C.A.N.) est déterminée par la grandeur du pas : plus le pas est petit, plus la résolution est grande. Le pas  $p$  d'un convertisseur dépend de son nombre  $n$  de bits et de l'amplitude en tension  $A$  de la plage d'entrée du convertisseur :

$$p = \frac{A}{2^n}$$

La quantification s'accompagne obligatoirement d'une perte d'information sur le signal analogique qui est alors discrétisé par « pas » ou « quantum ».

Plus la fréquence d'échantillonnage sera grande, plus la période d'échantillonnage sera *petite* et plus le nombre d'échantillons sera grand. Ainsi plus le signal numérique sera *proche* du signal analogique et donc *meilleure* sera la numérisation

Lors de la quantification, plus le codage s'effectue avec un nombre  $n$  important de bits, plus l'amplitude du signal numérique sera *proche* de celle du signal analogique et donc *meilleure* sera la numérisation.

#### Conclusion :

L'échantillonnage consiste à prélever périodiquement des échantillons d'un signal analogique.

La quantification consiste à affecter une valeur numérique à chaque échantillon prélevé.

Plus la fréquence d'échantillonnage ( $f_e$ ) et la quantification ( $n$ ) sont grandes, meilleure sera la numérisation

### III. Images numériques

#### III.1 Principe du codage

Lors d'une prise de photo en noir et blanc, le capteur mesure l'intensité lumineuse moyenne reçue par chaque pixel. Cette intensité lumineuse (grandeur analogique) est convertie par chaque pixel du capteur en une tension (grandeur analogique) par le CCD.

Cette tension est ensuite quantifiée et numérisée en fonction du nombre de bits disponibles du C.A.N. :



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	...
------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	-----

Exemple : Figure 11 : nuance

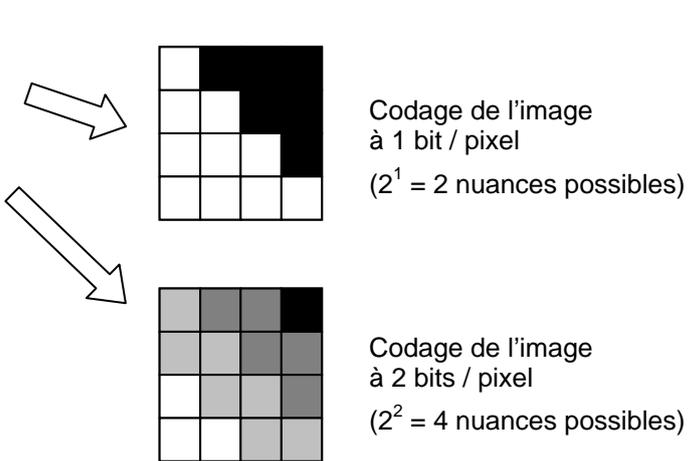
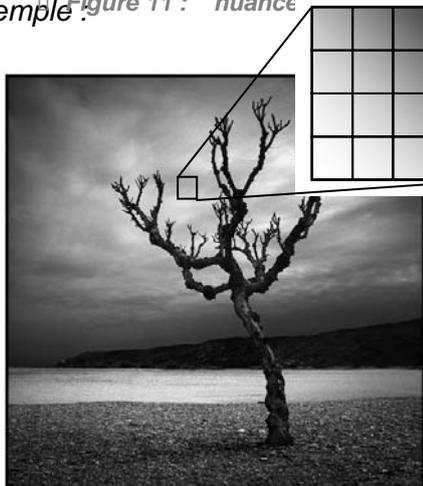


Figure 12 : restitution d'un codage

#### III.2 Le codage RVB(24bits)

Pour restituer toutes les couleurs d'une image on utilise la synthèse additive des couleurs avec les trois couleurs primaires lumières : le rouge (R), le vert (V) et le bleu (B).

Figure 13 : capteur CCD

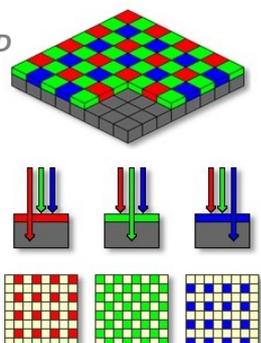
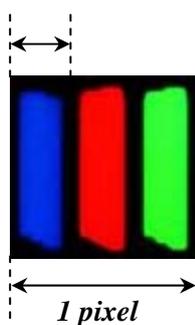


Figure 14 : écran LCD

1 cellule



Lors de la capture d'une image, on récupère l'intensité lumineuse des trois couleurs primaires lumières grâce à des cellules photoélectriques sensibles à l'une des trois couleurs et disposées régulièrement sur la matrice du capteur.

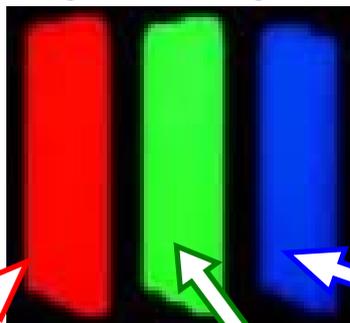
Lors de l'affichage d'une image couleur numérique sur un écran, ce dernier allume totalement ou partiellement chaque cellule (ou sous-pixel) d'un pixel, et ceci pour tous les pixels présents sur l'écran. Chaque cellule reçoit donc une information dédiée.

Pour réussir à quantifier de manière convenable (sans trop de perte par rapport à la donnée analogique tout en utilisant une mémoire raisonnable) la couleur d'un pixel (composé de 3 sous-pixels ou cellules) on utilise le plus souvent 3 octets, soit  $3 \times 8 = 24$  bits

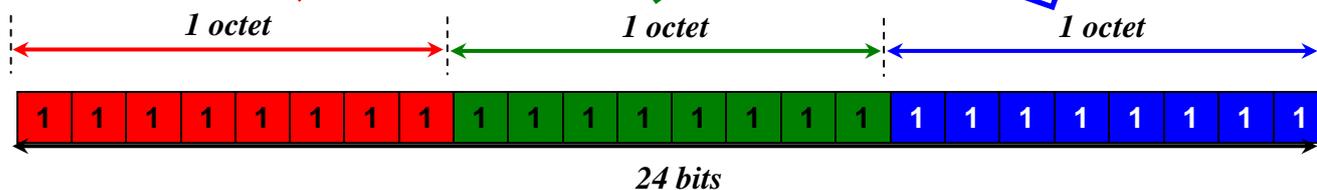
On parle alors du codage RVB 24 bits.

↓ Figure 15 : Codage RVB

Décimal	Binaire
0	00000000
1	00000001
2	00000010
3	00000011
4	00000100
...	...
255	11111111



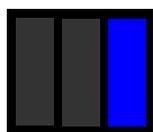
- A chaque cellule correspond un octet.
- Pour chaque cellule on peut alors avoir :  $2^8 = 256$  nuances différentes
- Ainsi, pour chaque pixel, on peut avoir :  $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$  couleurs possibles



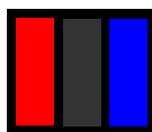
Le code RVB du pixel en exemple ci-dessus est donc : **R255 V255 B255**.  
Les trois cellules sont allumées au maximum de leur intensité.

Questions :

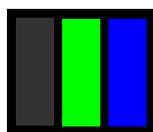
- Convertir la valeur 12 en binaire.
- Quelle est la couleur observée à l'écran si tous les pixels ont le code binaire ci-dessus ?
- Même question avec les pixels suivants :



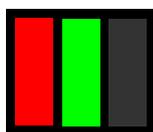
R0 V0 B255



R255 V0 B255



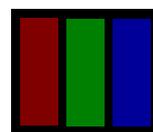
R0 V255 B255



R255 V255 B0



R0 V0 B0



R70 V70 B70

- Quelle est la particularité d'un pixel gris ?
- Le code RVB d'un pixel est R253 V12 B5. Donner le code binaire de ce pixel.
- Si on avait alloué 1 bit à chaque cellule du pixel, combien de couleur pourrait-on afficher ?
- Même question avec 2 bits.
- Que faudrait-il faire pour coder une image en respectant au mieux les couleurs reçues par le capteur ? Quels problèmes découleraient d'une telle solution ?

A noter :

La **définition d'une image** correspond au **nombre de pixels** qui la composent. Ainsi, la définition de l'image ci-contre est :  $9 \times 6 = 54$  pixels.

La **taille d'une image** est la **place nécessaire au stockage** de l'image.

En codage RVB 24 bits, chaque pixel utilise 3 octets (soit 24 bits)

L'image de 54 pixels aura donc une taille de :

$$54 \times 3 = 162 \text{ octets} = 0,16 \text{ Ko}$$

$$(\text{ou } 54 \times 24 = 1296 \text{ bits})$$

Question :

L'image du bas codée en RVB 24 bits est composée de 1920 pixels sur 1080. Déterminer sa taille en Mo.

↓ Figure 16 : définition

