

**Animation**

1. Codage RVB (M. Gastebois)

**Table des matières**

Introduction

I) Numérisation d'un signal

- 1) le signal analogique
- 2) Qu'est-ce-que la numérisation?
- 3) comment numériser un signal analogique?
- 4) Le pas 'p' de quantification du CAN

III) l'image numérique

- 1) qu'est-ce qu'une image numérique?
- 2) Le codage RVB 24 bits des couleurs
- 3) La définition d'une image
- 4) taille d'une image numérique

Programme officiel

**Introduction**

Les signaux transmis d'un émetteur vers un récepteur sont numérisés. Nous verrons en détail dans le chapitre suivant la chaîne de transmission du signal. Dans ce chapitre, nous allons étudier les avantages et les techniques de numérisation de signal.

Prenons le cas du téléphone mobile (cellulaire)

- l'**information** à transmettre est la voix
- l'**encodeur** transforme les ondes sonores en

signal analogique (tension électrique) par l'intermédiaire du microphone du téléphone. Le signal analogique est numérisé.

-le **canal de transmission** est composé de

l'émetteur (antenne du téléphone émetteur) et du récepteur (antenne du téléphone récepteur). L'émetteur transforme le signal numérisé en ondes électromagnétiques qui sont envoyées vers des antennes-relais. Les OEM sont ensuite envoyées vers l'antenne du téléphone récepteur.

-le **décodeur** transforme les OEM en signal

numérisé puis analogique qui est convertit en onde sonore.



chaîne de transmission de l'information

**le codage binaire (pas au programme, mais bien utile!)**

**1) la numérisation**

On appelle **BIT** (BInary digiT, **C. Shannon 1938**) le plus petit élément d'information stockable par un ordinateur. Le bit est la particule élémentaire d'information. Un bit ne peut prendre que deux valeurs (0 ou 1) correspondant à deux états possibles d'un élément de circuit électrique (tension présente ou nulle aux bornes d'un dipôle). L'opération qui consiste à transformer (ou coder) une information en une suite de bits est appelée **NUMÉRISATION**.

- La **numération décimale** utilise 10 symboles ou CHIFFRES : 0, 1,2, 3,4, 5,6, 7, 8 et 9.

Exemple :  $459 = 4 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 9 \times 10^0 = 400 + 50 + 9 = 459$

- La **numération binaire** utilise 2 symboles ou CHIFFRES : 0 et 1.

Exemple:  $(101)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (5)_{10}$

Les chiffres d'un nombre représentent la décomposition du nombre selon les **puissances croissantes** de la **base de numération** considérée. Exemple  $(357)_{10}$ , signifie que le nombre 357 est exprimé en base 10.

Le nombre binaire 101 sera notée  $(101)_2$  ce qui signifie 101 en base binaire (ou base 2). Ce nombre binaire vaut 5 en base décimal:

$(101)_2 = (5)_{10}$

Un **octet** (byte en anglais ) est constitué de **8 bits**.

Exemple : valeur d'un octet : 11010110

**2) le poids d'un bit**

Dans un nombre binaire, la valeur d'un bit, appelée **poids**, dépend de la **position du bit** dans le nombre binaire. A la manière des dizaines, des centaines et des milliers pour un nombre décimal, le poids d'un bit croît d'une puissance de deux en allant de la droite vers la gauche comme le montre le tableau suivant :

Nombre binaire	1	1	1	1	1	1	1	1	
Poids	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
nombre decimal correspondant	256	128	64	32	16	8	4	2	1

Exemple:  $(11010110)_2 = 2^7 + 2^6 + 2^4 + 2^2 + 2^1 = (214)_{10}$

**3) conversion binaire/décimale**

Si l'on numérote les bits de 0 à 7, le bit numéro 0 est le bit de poids faible, et le bit numéro 7 est le bit de poids le plus fort. Si l'on considère un octet comme un nombre écrit en base 2, sa valeur numérique en base 10 vaut :

$$\sum_{n=0}^{n=7} b_n \cdot 2^n$$

avec  $b_n$  valeur du nième bit.

On peut également utiliser le tableau précédent pour effectuer la conversion binaire décimale

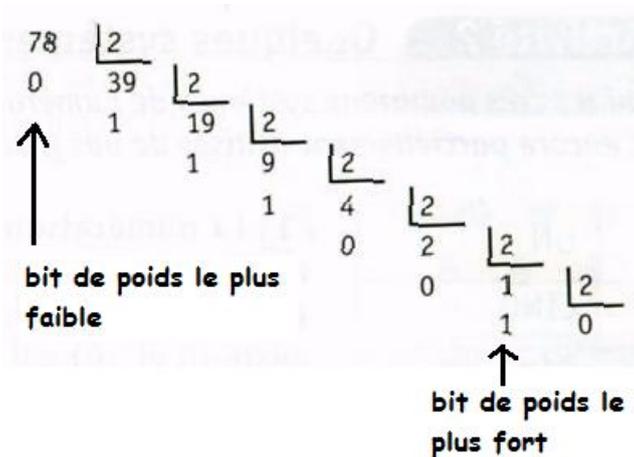
**ex 1** : Convertir 11011 en base 10.

**ex 2**: Quel est le plus grand nombre que l'on peut écrire avec 8 bits ?

**4) conversion décimale -> binaire**

Pour la **conversion décimale** → **binaire**, on procède par division successives par 2 : les restes des divisions sont les chiffres binaires de la conversion. Le bit « de poids faible » (le plus à droite) est le premier reste obtenu.

Exemple : 78 (décimal) = 1001110 (binaire). Cette conversion est illustrée ci-dessous.



ex 3 : Convertir 13, puis 147 en binaire. Quel est l'avantage de ce système ? Quel en est l'inconvénient ?

## I) Numérisation d'un signal

### 1) le signal analogique

Une grandeur analogique varie de façon continue au cours du temps.

Exemple: la température, la pression, une tension électrique.

Un capteur électrique va convertir la grandeur analogique en tension électrique analogique. Par exemple le microphone va convertir les variations de pression de l'air en tension analogique.

La transmission de signaux électriques analogiques est difficile. On préfère numériser le signal avant de le transporter.

### 2) Qu'est-ce que la numérisation?

L'opération qui consiste à transformer (ou coder) une information en une suite de bits est appelée NUMÉRISATION.

On appelle BIT (BIInary digiT, C. Shannon 1938) le plus petit élément d'information stockable par un système numérique (ordinateur CD etc.). Un bit ne peut prendre que deux valeurs (0 ou 1) correspondant à deux états possibles d'un élément de circuit électrique (tension haute bit = 1 ou basse bit = 0).

Les informations numériques sont codées en langage binaire.

### 3) comment numériser un signal analogique?

L'acquisition puis la numérisation d'un signal analogique dépendant du temps  $U(t)$  se décompose en trois étapes :

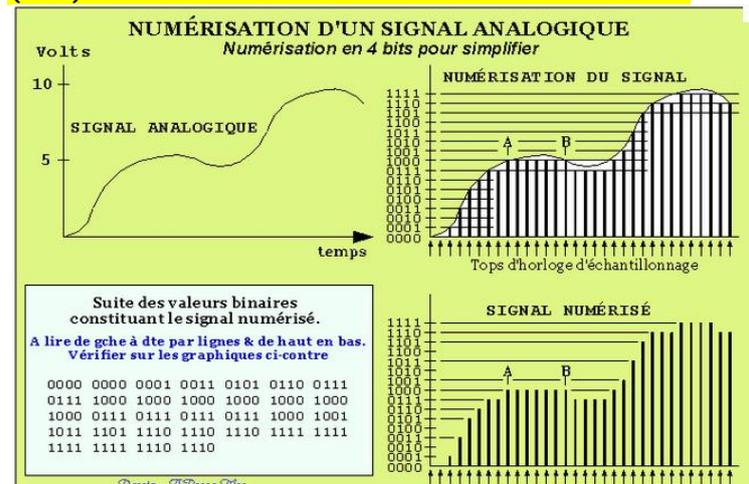
- l'échantillonnage : le signal est « haché » régulièrement dans le temps, l'intervalle de temps entre deux valeurs numérisées est la durée d'échantillonnage  $T_e$ . On prélève pendant la durée totale d'acquisition un nombre fini  $N$  de valeurs de  $U(t)$ , avec une fréquence d'échantillonnage  $f_e$  égale à l'inverse de la durée d'échantillonnage:

$$f_e = 1/T_e$$

- la quantification correspond à l'opération de comparaison entre la valeur analogique et sa valeur

numérique la plus proche.

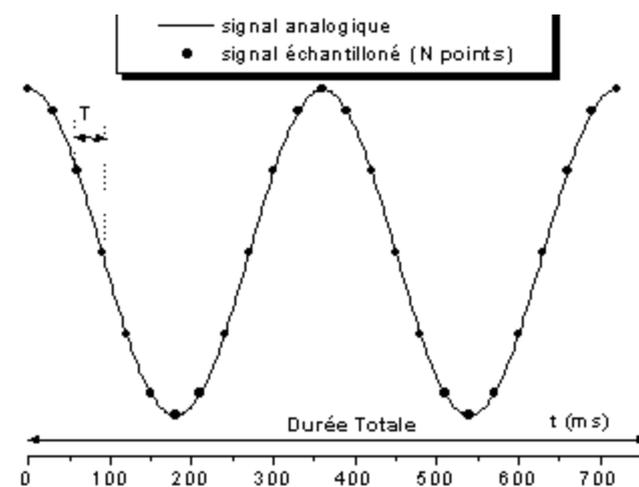
- la numérisation : chaque échantillon quantifié est converti en une grandeur numérique par un dispositif électronique appelé Convertisseur Analogique Numérique (CAN).



Exemple:

Q1 déterminer la période  $T$  de la tension ci dessus.

Déterminer le nombre  $N$  de points d'acquisition. En déduire la durée  $T_e$  d'échantillonnage.



Q2 Calculer la fréquence d'échantillonnage  $f_e$ .

### 4) Le pas 'p' de quantification du CAN

La tension numérisée c'est à dire transformé en 0 ou 1 à être stockée dans l'ordinateur. Chaque échantillon de tension en volt va être convertit en 0 ou 1.

La plus petite variation de tension que peut repérer un CAN est appelée la résolution ou pas du convertisseur.

Le pas 'p' est donné par la relation:

$$p = \frac{\text{plage de mesure}}{2^n}$$

n: nombre de bit avec lequel le nombre est numérisé

**Exemple de pas :** Si la tension est stockée numériquement sur 8 bits il existe  $2^8$  valeurs de tension numérique possible. Si la plage de tension à numériser est de 24 V, le pas de numérisation est :

$$p = \frac{\text{plage de mesure}}{2^n} = \frac{24}{2^8} = 93,75 \text{ mV}$$

En simplifiant:

93,75 mV correspond au nombre binaire 0000 0001

24 V correspond au nombre binaire 1111 1111

Si la valeur échantillonnée à l'instant 't' est  $U = 180 \text{ mV}$ .

$p < U < 2.p$

La quantification donnera la valeur  $2.p$  qui est la valeur la plus proche de  $U$ . Le codage binaire de cette tension sera 0000 0010 (ce nombre en base 2 correspond au nombre 2 en base 10).

## 5) influence de la fréquence d'échantillonnage et du nombre de bits sur la qualité d'un son numérisé

**Télécharger le logiciel audacity.** Ce logiciel permet d'enregistrer un son puis de le numériser avec une fréquence d'échantillonnage et un nombre de bits réglable. On branchera la webcam sur l'ordinateur. Elle servira de microphone.

Ouvrir le logiciel, **édition, préférence** puis régler les valeurs de la fréquence d'échantillonnage et le nombre de bits avec les valeurs suivantes:  $f_e = 80000 \text{ Hz}$  et 16 bits. Enregistrer un son. Recommencer l'enregistrement avec les paramètres suivants:  $f_e = 32000 \text{ Hz}$  et 32 bits. Comparer les 2 sons. Conclusion.

La qualité de la conversion analogique numérique augmente avec la fréquence d'échantillonnage et le nombre de bits de numérisation. Plus le pas de quantification est faible, meilleure est la qualité du son.

## II) l'image numérique

### 1) qu'est-ce qu'une image numérique?

On désigne sous le terme d'image numérique toute image (dessin, icône, photographie ...) acquise, créée, traitée ou stockée sous forme binaire (suite de 0 et de 1). Pour acquérir des images numériques on utilise des dispositifs comme les scanners, les appareils photo, les caméscopes numériques. On stocke l'image numérique sur un support informatique (disquette, disque dur, CD-ROM, ...). Une image numérique est constituée de points lumineux appelés pixels. Chaque pixel est constitué de 3 sources lumineuses rouge verte bleue.

Les images numériques sont définies par :

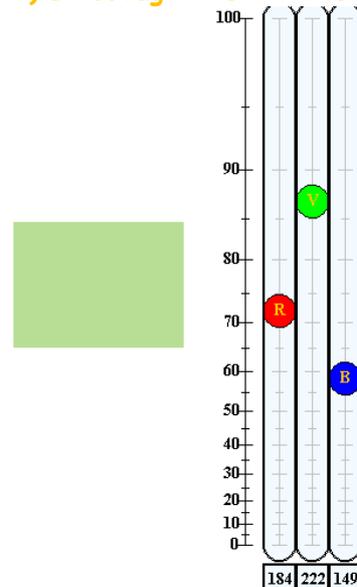
- leur définition
- leur résolution.
- leur couleur

La qualité d'une image est déterminée par :

- le nombre total de pixels ("picture element")

- la quantité d'information contenue dans chaque pixel (souvent appelée profondeur de numérisation des couleurs).

### 2) Le codage RVB 24 bits des couleurs

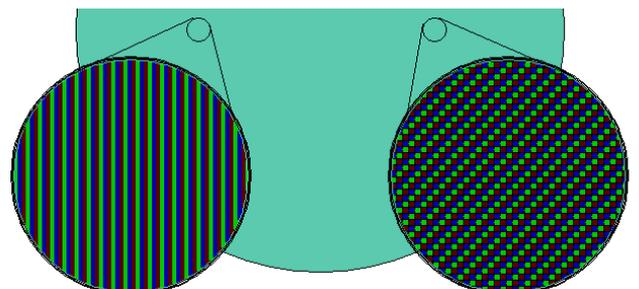


Cliquer sur [l'animation de M. Gastebois](#) et observer comment obtenir toutes les couleurs possibles.

Le codage de la couleur est réalisé sur **trois octets** donc **24 bits** (un octet correspond à 8 bits). Chaque octet représente la valeur d'une couleur comprise entre 0 et 255. Ce codage est appelé le codage RVB. Le nombre de couleurs différentes pouvant être ainsi représenté est de  $256 \times 256 \times 256$  possibilités, soit près de 16 millions de couleurs. Comme la différence de nuance entre deux couleurs très proches mais différentes dans ce mode de représentation est quasiment imperceptible pour l'œil humain, on considère commodément que ce système permet une restitution exacte des couleurs, c'est pourquoi on parle de « couleurs vraies ».

Exemple:

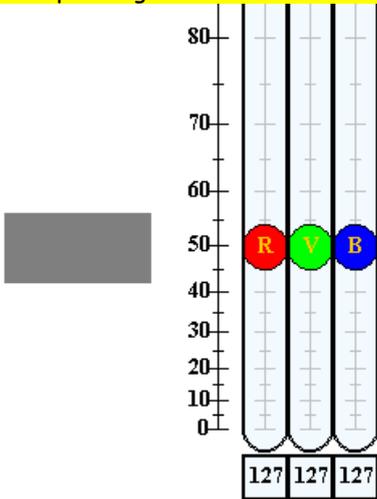
R	V	B	Couleur
0	0	0	Noir
0	0	1	nuance de noir
255	0	0	Rouge
0	255	0	Vert
0	0	255	Bleu
128	128	128	Gris
255	255	255	Blanc



Le codage en niveaux de gris: utiliser le logiciel de Mr Gastebois. Attribuer à chaque sous pixels rouge vert bleu la même valeur. Conclusion.

Le codage en niveaux de gris est obtenu en attribuant la même valeur aux trois sous pixels RVB. Plus la valeur est

faible plus le gris est sombre.



G.Gastebois

### 3) La définition d'une image

La définition d'une image est définie par le nombre de points la composant. En image numérique, cela correspond au nombre de pixels qui compose l'image en hauteur (axe vertical) et en largeur (axe horizontal).

**Exemple :** une image possède 200 pixels en largeur et 450 pixels en hauteur. Sa définition est  $200 \times 450 = 90\,000$  pixels.

La définition d'une image définit le niveau de détails qui seront visibles dans l'image. Plus il y aura de pixels, plus il y aura de détails fins visibles. On dit que plus une image a de pixels, plus elle est de grande qualité. Une image numérisée avec  $640 \times 480$  pixels (donc contenant 307 200 pixels) apparaîtra très approximative par comparaison à une image numérisée à  $1280 \times 1024$  (1 310 720 pixels).

La télé HD possède une définition de  $1900 \times 1080$ .

**Exercice:** réaliser avec le logiciel paint une image de 10 cm sur 10 cm, sauvegarder le avec le nom essai1. Afficher ses propriétés. Combien de pixel contient-il en hauteur ? En largeur ? Combien de pixel contient votre image ? Quelle est sa définition ?

472 pixels en hauteur, 472 pixels en largeur, la définition est de

$472 \times 472 = 22784$  px

### La résolution d'une image

La résolution d'une image est définie par un nombre de pixels par unité de longueur de la structure à numériser (classiquement en ppp ce qui signifie point par pouce). 1 pouce = 2,54 cm. Ce paramètre est défini lors de la numérisation (passage de l'image sous forme binaire), et dépend principalement des caractéristiques du matériel utilisé lors de la numérisation. Plus le nombre de pixels par unité de longueur de la structure à numériser est élevé, plus la quantité d'information qui décrit cette structure est importante.

Rechercher la résolution d'une image créé sur votre ordinateur avec le logiciel paint.

### 4) taille d'une image numérique

La taille d'une image est égale au produit de sa définition par le nombre d'octet par pixel.

Taille = (nombre d'octet par pixels) x (définition)

Exemple: une image  $640 \times 480$  codée sur 24 bits (3 octets par pixel) à pour taille:

taille =  $640 \times 480 \times 3 = 921\,600$  octets.

Autre unité:

1 ko =  $2^{10}$  octets = 1024 octets;

1 Mo =  $2^{20}$  octets = 1 048 576 octets

### Programme officiel

#### Agir

#### Défis du XXIème siècle

En quoi la science permet-elle de répondre aux défis rencontrés par l'Homme dans sa volonté de développement tout en préservant la planète ?

Transmettre et stocker de l'information

Notions et contenus	Compétences exigibles
Transmettre et stocker de l'information	Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d'informations et leur évolution récente.
<b>Images numériques</b> Caractéristiques d'une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris.	Associer un tableau de nombres à une image numérique. Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.
<b>Signal analogique et signal numérique</b> Conversion d'un signal analogique en signal numérique. Échantillonnage ; quantification ; numérisation.	Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique. Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal (d'origine sonore par exemple).