

# TP : La numérisation et la représentation des images et des sons

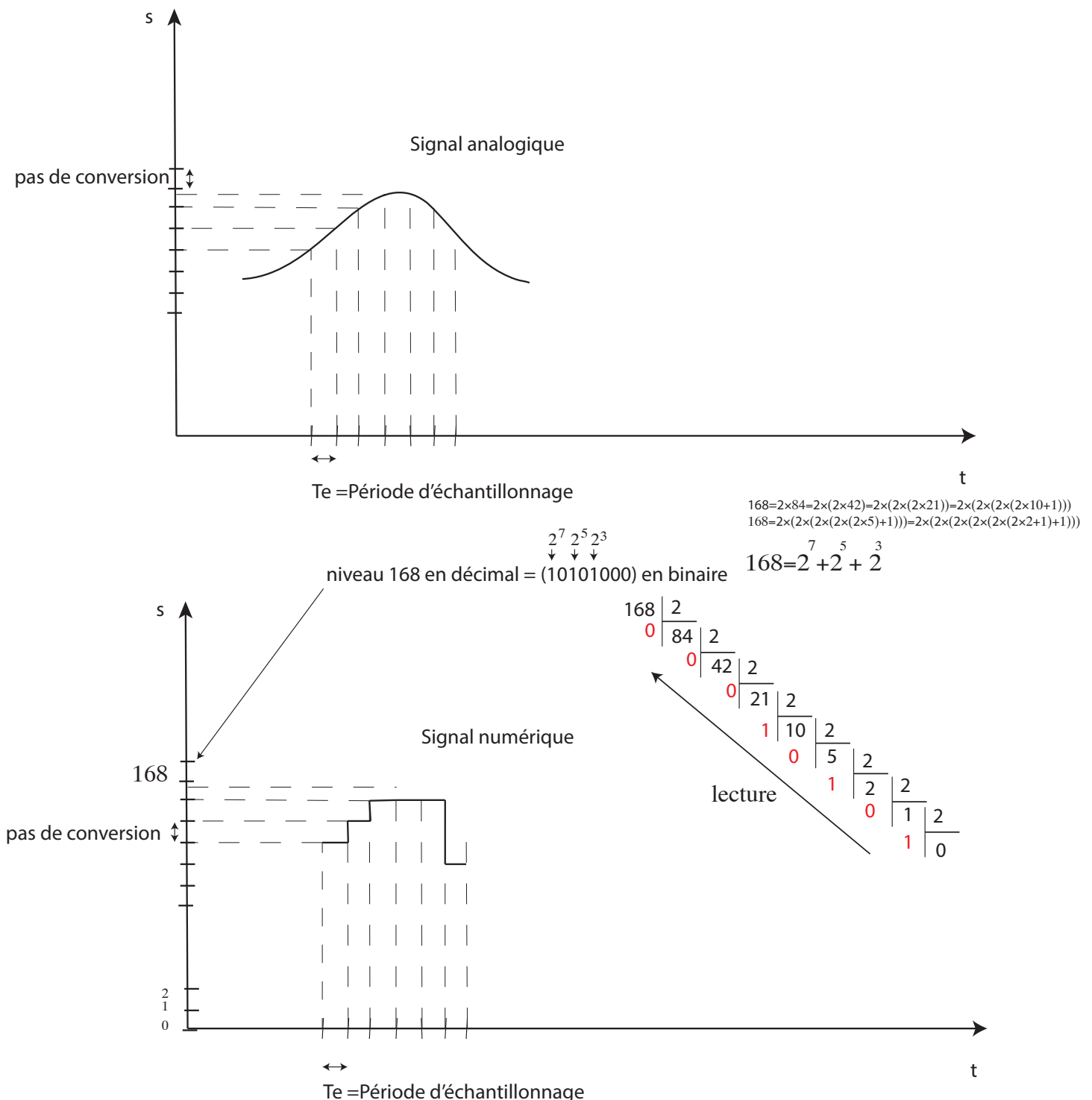
## I. La numérisation

La transformation d'un **signal analogique** continu en un **signal numérique** quantifié est réalisée par un C.A.N ou Convertisseur Analogique Numérique. Elle consiste à prélever à intervalle de temps régulier appelé **période d'échantillonnage** le signal analogique et à le quantifier, c'est-à-dire à lui assigner un niveau qui est un multiple entier du **pas de conversion**. Le pas de conversion ou **résolution** du C.A.N est ainsi la plus petite variation de tension que le C.A.N est capable de détecter ou résoudre.

Ce niveau est ensuite codé en binaire, c'est-à-dire en un mot constitué de bits 0 ou 1.

Pour un CAN de  $n$  bits, le niveau numérique s'exprime sous la forme d'un mot de  $n$  bits ; sachant qu'un bit peut prendre deux valeurs 0 ou 1, un mot de  $n$  bits peut prendre  $2^n$  valeurs possibles. Ainsi, le pas de conversion ou résolution du CAN s'exprime en fonction du calibre ou de la plage de mesure du C.A.N, selon :

$$p = \text{pas de conversion ou résolution} = \frac{\text{plage de mesure}}{2^n}.$$



## II. Représentation numérique des images

### 1. Deux modes de représentation

On peut représenter une image comme constituée d'objets géométriques individuels : des cercles ou des rectangles ; il faut alors préciser les caractéristiques de ces objets. On parle de représentation symbolique ou de représentation **vectorielle**. Inkscape est un exemple de logiciel libre de dessin vectoriel. Les formats SVG, PDF, Illustrator ou Flash sont des exemples de formats de fichiers vectoriels.

Une autre méthode consiste à superposer un quadrillage sur l'image ; chacune des cases du quadrillage s'appelle un **pixel** (Picture element) ; on noircit ensuite les pixels qui contiennent une portion de trait. Les pixels sont lus de gauche à droite et de haut en bas comme un texte. Cette manière de représenter une image sous la forme d'une suite de pixels, chacun exprimés sur un bit, s'appelle une **image matricielle** ou **bitmap** (carte de points). Les principaux formats matriciels sont PBM, PGM, PPM, GIF, TIFF, PNG et JPEG.

Point important : une image vectorielle est redimensionnable sans perte de qualité contrairement à une image matricielle.

### 2. Format des images

Tout fichier numérique est une suite de bits ou mot binaire auquel on associe un nom ; il peut s'agir de la représentation d'une image, mais aussi celle d'un texte en ASCII, ou celle d'un nombre à virgule. Il faut donc ajouter une **extension** au nom pour préciser la nature de la représentation. L'extension .pbm du nom indique que le fichier est exprimé dans le format **PBM** (Portable BitMap) ; c'est l'un des formats les plus simples pour exprimer des images.

```
P1
# feep.pbm
24 7
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0
0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0
0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0
0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0
```

→ Vérifier avec le **logiciel GIMP**, logiciel gratuit et libre d'édition et de retouche d'image, que le code ci-dessous permet de créer le mot FEEP à l'intérieur d'une image de dimension 24×7. Faites la modification nécessaire permettant d'écrire le mot FEEL à la place.

### 3. Niveaux de gris et couleur

Certaines images, comme par exemple les photos en noir et blanc, utilisent, en plus du noir et du blanc, des niveaux de gris. Un format pour exprimer ces images est le format PGM (Portable GreyMap). On choisit une valeur maximale, par exemple 15, pour exprimer les niveaux de gris et on associe à chaque pixel un nombre compris entre 0 et 15, 0 indiquant que le pixel est noir et 15 qu'il est blanc. Les valeurs de 1 à 15 expriment différentes teintes de gris, de la plus foncée à la plus claire. → Vérifier avec le logiciel GIMP que le code ci-dessous permet de créer le mot FEEP avec des niveaux de gris.

```
P2
# feep.pgm
24 7
15
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 3 3 3 3 0 0 7 7 7 7 0 0 11 11 11 11 0 0 15 15 15 15 0
0 3 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 11 0 0 0 0 0 15 0 0 15 0
0 3 3 3 0 0 0 7 7 7 0 0 0 11 11 11 0 0 0 15 15 15 15 0
0 3 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 11 0 0 0 0 0 15 0 0 0 0
0 3 0 0 0 0 0 7 7 7 7 0 0 11 11 11 11 0 0 15 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

La représentation en couleur dépend à la fois de la physique de la lumière et de la biologie de la vision. Le format pour exprimer ces images est le format PPM (Portable PixMap). On choisit une valeur maximale, par exemple 255, pour exprimer le maximum d'intensité des couleurs et on associe à chaque pixel trois nombres, l'intensité en rouge, en vert et en bleu, chaque nombre étant compris entre 0 et 255.

→ Déterminer le code qui permet de créer le mot FEEP avec des lettres de couleur bleue.

```
P3
#feep.ppm
24 7
255
0 0 0 // la liste des valeurs des couleurs, trois par pixel, dans l'ordre rouge, vert, bleu, ligne par ligne,
de haut en bas et de gauche à droite, séparés par des retours à la ligne ou des espaces.
...Astuce : utiliser le code de feep.pbm et la fonction replace de l'éditeur de texte.
```

### III. Représentation des sons

Un son est une variation de la pression de l'air au cours du temps. Une manière simple de représenter un son est de l'échantillonner, c'est à dire mesurer la pression à intervalles réguliers appelés période d'échantillonnage. L'échantillonnage d'un son est donc similaire au découpage d'une image en pixels, sauf que le découpage s'effectue, non dans l'espace, mais dans le temps. Claude Shannon (1916-2001) a montré en 1949 que la fréquence d'échantillonnage d'un son, et plus généralement d'un signal, doit être au moins le double de la fréquence maximale contenue dans le son, pour que le son puisse être restitué à partir de l'échantillon. En général, on échantillonne les sons à 44 kHz car le son sinusoïdal le plus aigu que notre oreille peut entendre est 22 kHz environ ; cette fréquence étant relativement élevée, il faut plusieurs millions de bits pour représenter une minute de son et les fichiers audio sont souvent compressés.

### IV. Taille d'un texte, d'une image ou d'un son

Comme les textes, les images et les sons sont souvent de longues suites de 0 et de 1, que l'on peut découper en octet, on peut exprimer leurs tailles en kilooctets, méga-octets, giga-octets ou téraoctets. Comme en physique, un kilo (k) est un millier ( $10^3$ ), un méga (M) un million ( $10^6$ ), un giga (G) un milliard ( $10^9$ ) et un téra (T) mille milliards ( $10^{12}$ ). On utilise cependant souvent des préfixes similaires qui expriment des nombres ronds, non en décimal, mais en binaire.

Un kibi-octet Kio =  $2^{10}$  octets = 1024 octets

Un mébi-octet Mio =  $2^{20}$  octets = 1 048 576 octets

Un gibi-octet Gio =  $2^{30}$  octets = 1 073 741 824 octets

Un téra-bi-octet Tio =  $2^{40}$  octets = 1 099 511 627 776 octets

Trois quantités peuvent entrer en jeu dans la taille d'un fichier de données :

- le nombre de bits utilisés pour représenter une unité de donnée : pixel, caractère alphanumérique, échantillon sonore
- éventuellement, selon le format, la fréquence d'échantillonnage : nombre d'échantillons par seconde, nombre de pixels par centimètre...
- la taille de l'objet dans une unité concrète : durée du son en secondes, surface de l'image en centimètres carrés...

→ **Exercices:**

- 1) On enregistre un son pendant 10 min avec 10 000 échantillons par seconde (fréquence d'échantillonnage 10 kHz) et 16 bits pour chaque échantillon, sans compresser les données. Quelle est, en Mio, la taille du fichier ?
- 2) On enregistre une image 10 cm × 10 cm avec 100 pixels par cm<sup>2</sup>, chaque pixel étant représenté par trois nombres entiers, chacun codé sur un octet. Quelle est la taille du fichier ?