

3 La fréquence d'échantillonnage

Claude Elwood Shannon (1916-2001), ingénieur et mathématicien américain, est un spécialiste du traitement du signal. Il a notamment travaillé en cryptographie pour les services secrets de l'armée américaine. Dans les années 1940, il développe la théorie de la transmission des signaux et démontre mathématiquement qu'un signal analogique est correctement numérisé si la fréquence d'échantillonnage vérifie une certaine condition appelée « critère de Shannon » : pour qu'un signal numérique soit suffisamment fidèle au signal analogique de départ, la fréquence d'échantillonnage f_e doit être supérieure au double de la fréquence maximale contenue dans le signal analogique :

$$f_e > 2 \times f_{\max}$$

FORMULE

La fréquence d'échantillonnage f_e est l'inverse de la période d'échantillonnage :

$$f_e \text{ en hertz (en Hz)} \rightarrow f_e = \frac{1}{T_e} \leftarrow T_e \text{ en secondes (en s)}$$

À SAVOIR

L'une des caractéristiques du CAN est aussi son calibre, c'est-à-dire la valeur maximale de tension qu'il est capable de mesurer.

4 La quantification

Le CAN n'autorise que certaines valeurs de tensions codées en nombres binaires. Lors de la quantification, le CAN associe l'une de ces valeurs à chaque échantillon : il sélectionne pour cela la valeur la plus proche de l'échantillon parmi les valeurs permises.

Le nombre de valeurs autorisées dépend de la quantification Q , liée au nombre de bits* que propose le CAN et choisie par l'utilisateur. La différence de tension entre deux valeurs autorisées consécutives est appelée « pas de quantification », noté p . Plus le nombre de bits est élevé, plus la quantification est fine ; plus le pas est faible, plus les valeurs autorisées sont proches, et meilleure sera la numérisation.

* VOCABULAIRE

Bit : unité élémentaire du système binaire, utilisée en informatique et pouvant prendre la valeur « 0 » ou « 1 ». « Bit » vient de l'anglais *Binary Digit*. Un ensemble de 8 bits correspond à 1 octet.

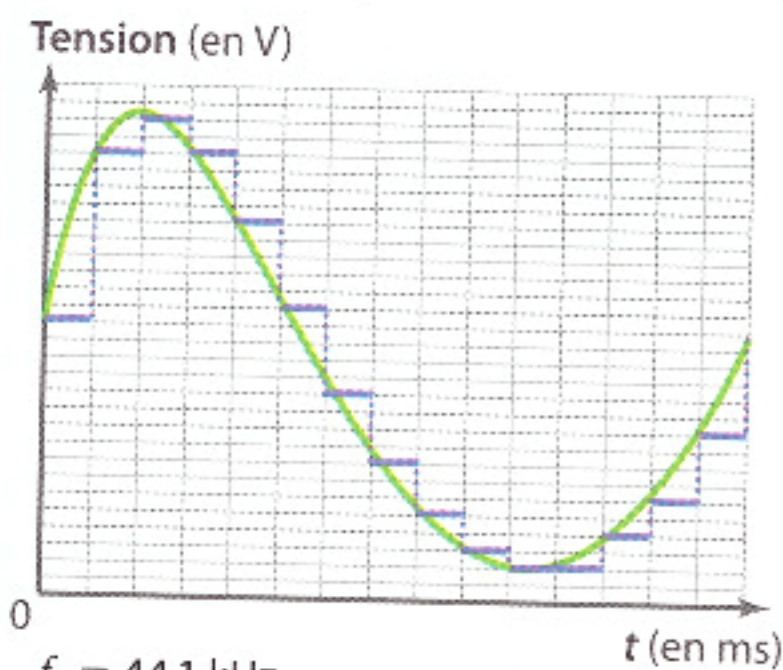
Ensemble discret : contrairement à un ensemble continu, qui contient toutes les valeurs intermédiaires (par exemple, l'ensemble des nombres réels), un ensemble discret ne contient que des éléments isolés (par exemple, l'ensemble des nombres entiers).

Nombre binaire : nombre constitué d'une suite de 0 et/ou de 1.

5 Une même musique numérisée avec différents paramètres

Les graphes ci-dessous illustrent, sans souci d'échelle, la transformation d'un même signal analogique en signal numérique selon différents paramètres de numérisation.

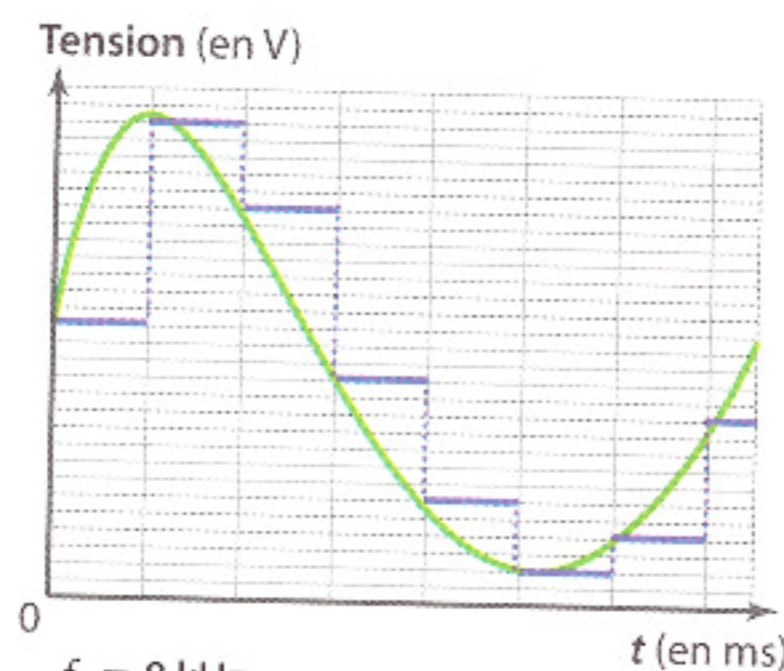
L'échantillonnage et la quantification prennent des valeurs différentes dans chacune des numérisations proposées.



Fichier audio

Morceau 1

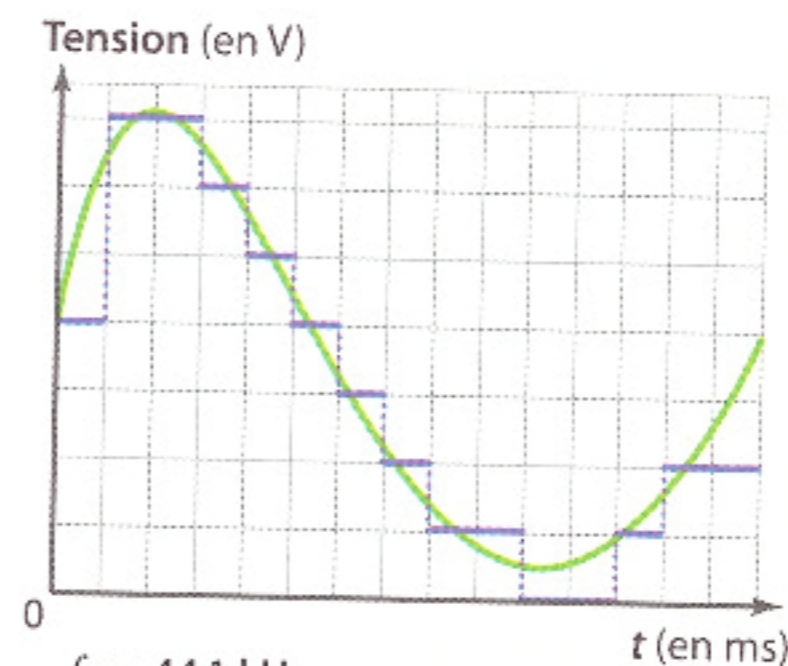
hatier-clic.fr/es1211a



Fichier audio

Morceau 2

hatier-clic.fr/es1211b



Fichier audio

Morceau 3

hatier-clic.fr/es1211c

QUESTION

- À partir des documents de la double page, et en utilisant vos connaissances sur le système auditif humain, montrer comment choisir les paramètres de numérisation afin d'obtenir un fichier audio de qualité optimale.

→ Pour approfondir : ex. 11 et 13 p. 220