

Nom: Prénom: Classe: Date:

La numérisation d'un son analogique

Objectifs

- Pour numériser un son, on procède à la discréttisation du signal analogique sonore (échantillonnage et quantification).
- Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée et la quantification est fine, plus la numérisation est fidèle, mais plus la taille du fichier audio est grande.
- Justifier le choix des paramètres de numérisation d'un son. Estimer la taille d'un fichier audio.

Classe

1^{ère} ES

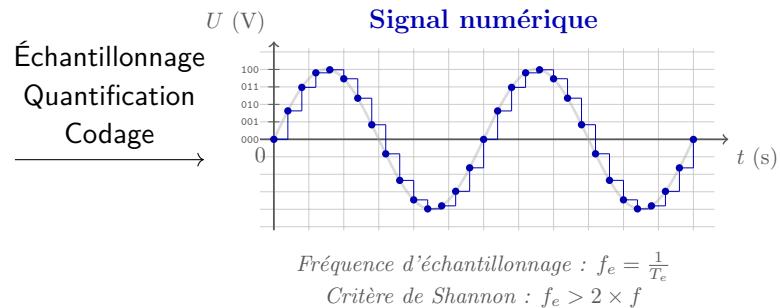
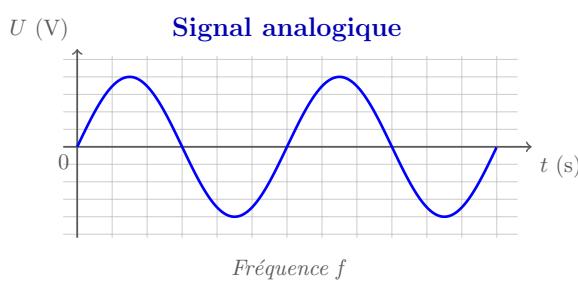
Durée

1 h

À chaque fois que l'on écoute de la musique à partir d'un ordinateur ou d'un smartphone, celle-ci a été préalablement numérisée, c'est-à-dire que le signal sonore a été transformé en une suite de nombres constitués de « 0 » et de « 1 ». **Mais quelles sont les étapes de numérisation d'un son analogique ? Et comment numériser un son analogique le plus fidèlement possible¹ ?**

Document 1: Numérisation

La numérisation d'un son analogique consiste à le transformer en un signal numérique codé avec des nombres binaires. La numérisation d'un signal s'effectue grâce à un convertisseur analogique-numérique (CAN) en 2 étapes successives : l'échantillonnage et la quantification.



Document 2: Échantillonnage

Cette première étape consiste à **ne conserver que des échantillons du signal**: on prélève à des intervalles de temps égaux la valeur prise par le signal analogique (« on découpe le signal verticalement »). La durée séparant 2 échantillons successifs est la **période d'échantillonnage** T_e . On passe donc d'une infinité de valeurs du signal analogique à quelques valeurs sélectionnées. La **fréquence d'échantillonnage** f_e est reliée à la péri-

ode d'échantillonnage par la relation :

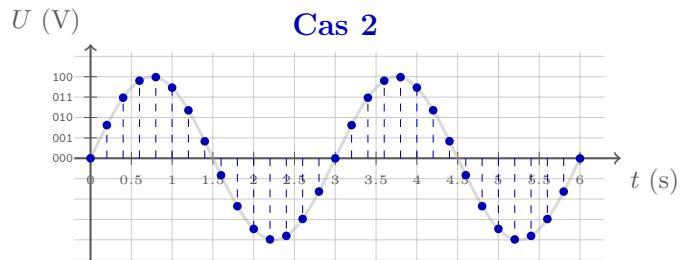
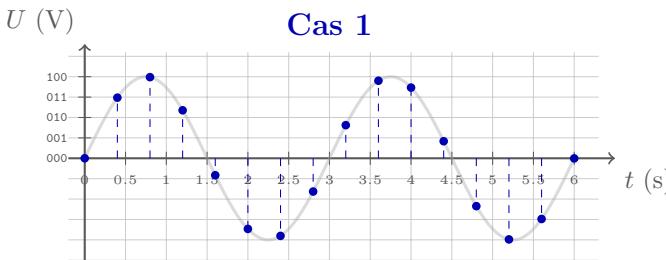
$$f_e = \frac{1}{T_e} \quad (1)$$

Théorème de Shannon: pour numériser convenablement un signal analogique, il faut que la fréquence d'échantillonnage soit au moins 2 fois supérieure à la fréquence la plus élevée du signal à numériser.

¹Activité basée sur le travail de C. Voinot.

Document 3: Échantillonnage suite

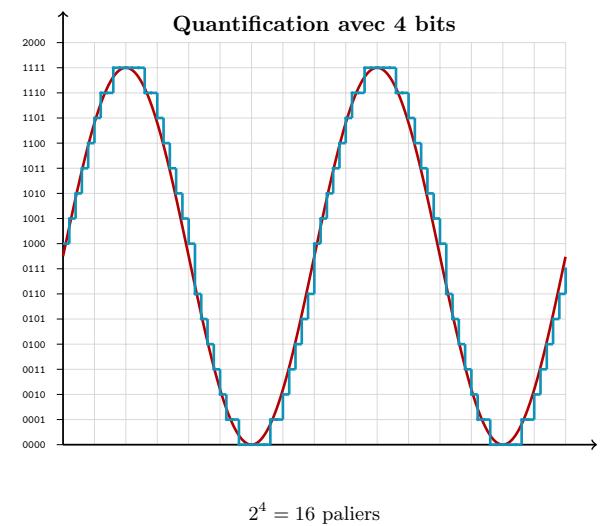
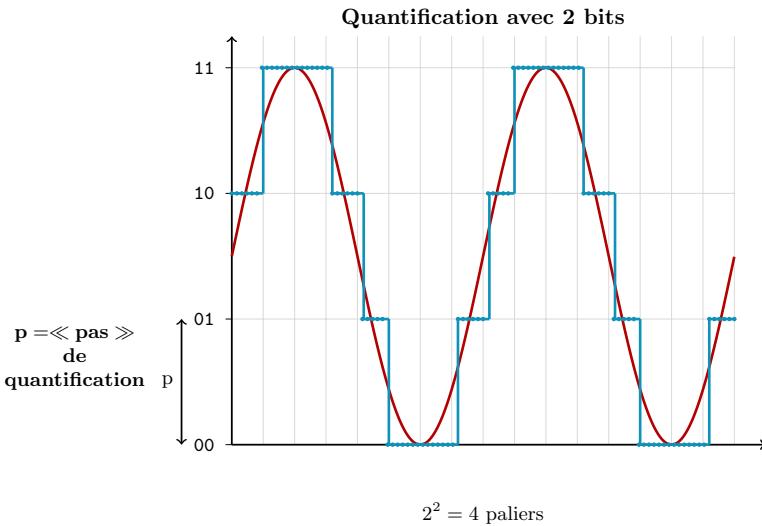
Exemples numérisation du signal sonore analogique avec deux fréquences d'échantillonnage différentes



Document 4: Quantification

La quantification consiste à réaliser un découpage en amplitude du signal analogique.

- On définit un nombre N de bits (Binary digit), et on divise la zone d'amplitude en $2 \times N$ paliers, aussi appelés niveaux de quantification.
 - Par exemple, avec 2 bits on peut coder 4 valeurs possibles ($4 = 2^2$): 00 ; 01 ; 10 ; 11.
 - Avec **N bits**, on peut coder 2^N valeurs possibles qui correspondent aux paliers ou niveaux de quantification.
- Puis on attribue à chaque échantillon le palier dont il se rapproche le plus (« codage »).



1. Comment s'appellent les deux étapes de numérisation d'un son analogique ?

.....

2. Calculer la fréquence d'échantillonnage utilisée dans le cas N°1 du document 3.

.....

3. Calculer la fréquence d'échantillonnage utilisée dans le cas N°2 du document 3.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Doit-on augmenter ou diminuer la fréquence d'échantillonnage pour augmenter la qualité de numérisation du signal analogique ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Lors de la quantification, combien de valeurs possibles peut-on coder avec 3 bits ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. D'après les exemples du document 4, quel est le lien entre le nombre de bits utilisés et la qualité de numérisation du signal analogique ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. Le critère de Shannon est-il respecté dans le cas 1 ?

.....
.....
.....
.....
.....

8. Conclusion : Quels sont les paramètres de numérisation qui ont une influence sur la qualité de la numérisation d'un signal analogique ?