

Partie 5 Séquence 6

EXERCICES

COMPÉTENCE 1 : Reconnaître des signaux analogiques et numériques

1 1. *Faux.* Un signal recomposé à partir de sa version numérique ne correspond pas exactement au signal numérique de départ : certaines données ont été perdues et le signal présente des « échelettes ».

2. *Vrai.*

3. *Faux.* C'est l'inverse.

2 Bastien a tort. Les signaux vidéo analogiques et numériques n'ont absolument pas la même forme. Un appareil prévu pour interpréter uniquement un signal

analogique ne pourra pas fonctionner si on lui transmet un signal numérique, et vice-versa.

3 Le signal **a** est numérique : il n'y a que deux valeurs possibles pour la tension. Le signal **b** n'est pas numérique : il y a alternance entre des signaux divers et un signal créneau. Le signal **c** est l'exemple typique d'un signal analogique. Le signal **d** n'est pas un signal numérique car il y a plus de deux valeurs différentes accessibles.

4 a. Un piano à queue produit des sons grâce des cordes frappées par des marteaux couverts de feutre. Il ne s'agit pas d'un signal numérique.

b. Une guitare électrique produit des sons lorsqu'on met en vibration ses cordes. Ces sons sont transformés en signaux électriques analogiques qui sont ensuite amplifiés. Il n'y a aucun signal numérique.

c. Un synthétiseur, comme son nom l'indique, produit des sons synthétiques. Il dispose d'une banque de sons numériques qu'il peut éventuellement transformer. Il peut ainsi produire des sons qui ressemblent au sons d'autres instruments ou pas, à partir d'échantillons numériques.

d. Le piano Fender est au piano classique ce que la guitare électrique est à la guitare classique : les sons sont transformés en signaux analogiques qui sont ensuite simplement amplifiés. Il n'y a donc pas de signaux numériques.

5 À partir du moment que le son est enregistré sur un ordinateur, il a forcément été numérisé. En effet, un ordinateur ne sait traiter que des données binaires (0 et 1). Ce son est donc numérique mais sa mauvaise qualité est plus liée au microphone et au haut-parleur utilisé qu'à la numérisation elle-même. Numériser un signal de mauvaise qualité ne va pas le rendre plus « pur ».

6 1. a. A est la surface d'un CD et B celle d'un disque microsillon.

b. Un CD contient des informations codées sous forme de 0 et 1 : il n'y a donc que deux niveaux, ce qui se traduit à sa surface par une succession de trous et de zones plates. La forme d'un microsillon est continue, comme un signal analogique.

2. Les deux disques sont en rotation, dans les deux cas la piste en forme de spirale est parcourue par une « tête de lecture » : un faisceau laser très fin dans les cas d'un CD et un diamant dans le cas du disque microsillon. Dans le cas du CD, les bits sont répartis régulièrement le long de la piste. Le fait que la lumière laser rentre ou sorte d'un trou se traduit par un « 1 », un plat se traduit par un « 0 ».

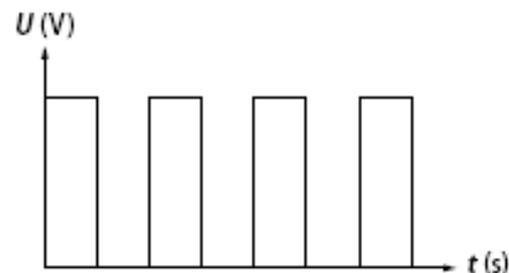
Lorsque le diamant de l'électrophone parcourt le microsillon, il génère un signal électrique analogue à la forme

du microsillon (d'où le terme « analogique ») : continu et pouvant prendre de nombreuses valeurs.

7 1. Une partition d'orgue de barbarie « ressemble » à la surface d'un CD dans le sens où on y trouve une succession de « trous » dans les deux cas (mais les dimensions de ces trous ne sont pas dans la même échelle de grandeur).

2. La « partition » est entraînée par le joueur grâce à une manivelle la plupart du temps. À l'intérieur de l'appareil, un mécanisme se déclenche à chaque passage d'un trou de la partition. Ce mécanisme permet alors l'ouverture d'un tuyau d'orgue dans lequel l'air, propulsé par un soufflet, s'engouffre. Cela produit alors un son. Plusieurs tuyaux d'orgue peuvent être commandés à la fois (cela dépend de la quantité de pistes sur la largeur de la partition). L'orgue de Barbarie n'est donc pas au sens propre un « instrument numérique ».

8 1. L'intensité lumineuse est proportionnelle à l'intensité électrique. Une alternance de 3 bandes noires et 4 bandes blanches d'égale largeur peut donc correspondre au signal ci-dessous.



2. Ce n'est pas parce qu'on a cette forme de signal qu'il s'agit d'un signal numérique. La génération de la trame impose cette allure au signal. Une image quelconque aura des nuances d'intensité lumineuse et donc de nombreuses valeurs de tension dans son signal électrique.

COMPÉTENCE 2 : Comprendre le principe de numérisation d'un signal

9 1. Faux. Plus la fréquence d'échantillonnage est grande, plus la numérisation sera précise.

2. Vrai.

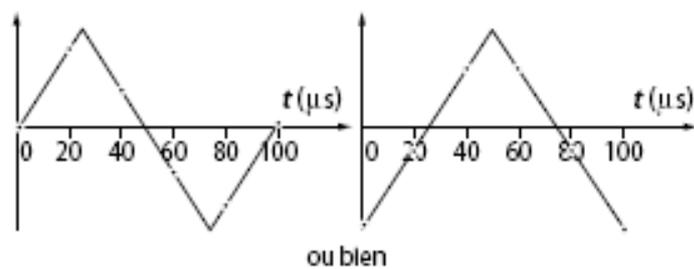
3. Faux. La fréquence d'échantillonnage doit être la plus grande possible.

10 1. c.

2. b.

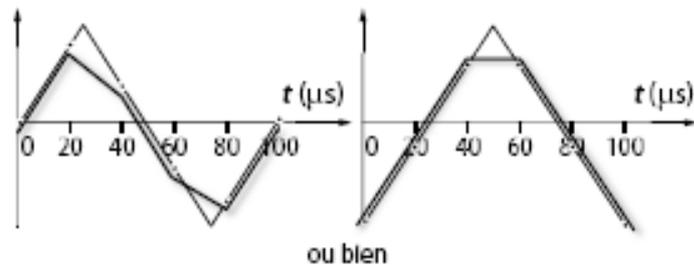
3. b et c.

11 1. La fréquence d'échantillonnage est 5 fois plus grande que la fréquence du signal. On aura donc 5 intervalles régulièrement espacés par période. On a ainsi l'allure suivante pour le signal (par exemple) :



(en noir, le signal d'origine, les points échantillonnés).

2. Si on reforme le signal à partir des points échantillonnés, on trouve les courbes ci-dessous :



On ne retrouve donc pas la forme d'origine du signal.

3. Si on veut augmenter la précision de l'échantillonnage et se rapprocher davantage de la forme du signal, il faut augmenter la fréquence d'échantillonnage.

12 1. Avec 4 bits, on peut écrire $2^4 = 16$ valeurs différentes.

2. Le pas de quantification sera égal à $8/16 = 0,5$ V.

3. Les valeurs de tension sont arrondies aux valeurs numériques les plus proches. Ainsi :

- a. 3,10 V devient 3,0 V ;
- b. 5,05 V devient 5,0 V ;
- c. 6,88 V devient 7,0 V.

4. Puisque 8 V devient 7,5 V, l'erreur relative vaut alors $0,5/8 = 1/16 = 0,0625$ (6,25 %). Cette valeur ne dépend pas de l'intervalle de tension choisi : elle ne dépend que du nombre de bits choisis.

13 1. a. Le plus petit intervalle entre deux tensions est de 3 divisions, à raison de 0,5 mV par division. Le pas de quantification est donc de 1,5 mV.

b. Deux points successifs sont séparés horizontalement de 2 divisions. 1 division correspond à 0,10 ms. La période d'échantillonnage est donc $T_e = 0,20$ ms. On a donc $f_e = 1/T_e = 1/(2,0 \times 10^{-4}) = 5,0$ kHz.

c. Sur la courbe, on compte 7 intervalles de quantifications. On peut donc penser que la résolution est égale à 8 (il y a 8 valeurs de tension quantifiées).

2. Il faut résoudre l'équation $2^n = 8$. On voit que :

$8 = 2 \times 2 \times 2$, d'où $n = 3$. Il y a 3 bits de quantification.

3. Entre $t_1 = 2,0$ ms et $t_2 = 2,2$ ms, on a une tension de 3 mV. Comme le pas de quantification est de 1,5 mV, cela correspond donc au nombre binaire : 010. C'est donc le codage a qui correspond.

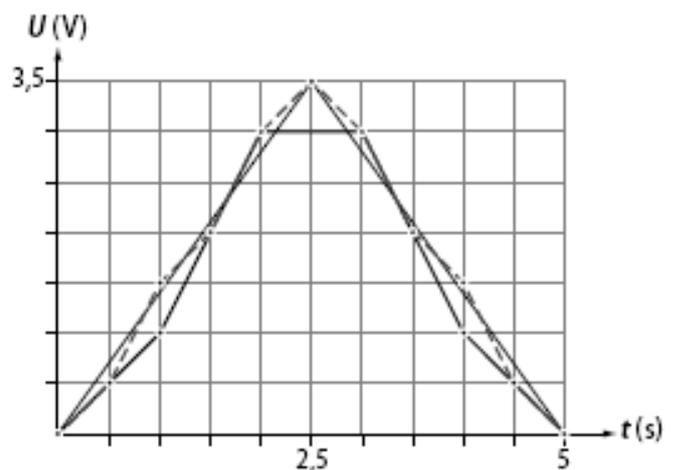
14 1. (Voir à la fin de l'exercice).

2. a. La période d'échantillonnage est de 1 ms. Il y a donc 5 intervalles d'échantillonnage sur 5 ms. En utilisant 2 bits entre 0 et 4 V, on a 4 valeurs de quantification avec un pas de $4/4 = 1$ V : 0 V ; 1,0 V ; 2,0 V et 3,0 V. Le signal recomposé à partir du numérique apparaît en trait plein noir.

b. La période d'échantillonnage est de 0,5 ms. Il y a donc 10 intervalles d'échantillonnage sur 5 ms. En utilisant 3 bits entre 0 et 4 V, on a 8 valeurs de quantification avec un pas de $4/8 = 0,5$ V : 0 ; 0,5 V ; 1,0 V ; ... ; 2,5 V ; 3,0 V et 3,5 V. Le signal recomposé à partir du numérique apparaît en trait pointillés gris.

3. a. Il s'agit du second signal (en pointillés gris), comme on peut le voir sur le graphique.

b. On pouvait s'y attendre car le signal numérique le plus précis est toujours celui pour lequel la fréquence d'échantillonnage est la plus élevée et le pas de quantification est le plus petit.



COMPÉTENCE 3 : Caractériser une transmission par son débit binaire

15 1. Faux. Plus le débit est grand, plus la numérisation est précise.

2. Vrai.

3. Faux. À fréquence d'échantillonnage constante, plus la résolution est petite et plus le débit binaire est petit.

17 1. Pour que la vidéo soit lue correctement, il faut que le débit binaire de la connexion soit égal ou supérieur au débit binaire de la vidéo, soit $1\,200$ kbit \cdot s $^{-1}$.

2. Si le débit de la connexion est plus faible, la vidéo sera lue de façon saccadée, dans le meilleur des cas.

3. a. La mise en mémoire tampon ne résout pas le problème puisque la mémoire va se « vider » (lors de la lecture) plus vite qu'elle ne se remplit.

b. La mise en mémoire de quelques secondes de vidéo permet de tamponner une courte baisse du débit de connexion, en dessous du débit binaire de la vidéo. On