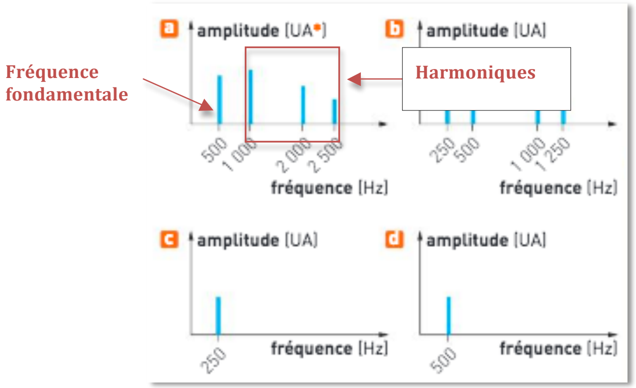
LE SON
Correction des exercices

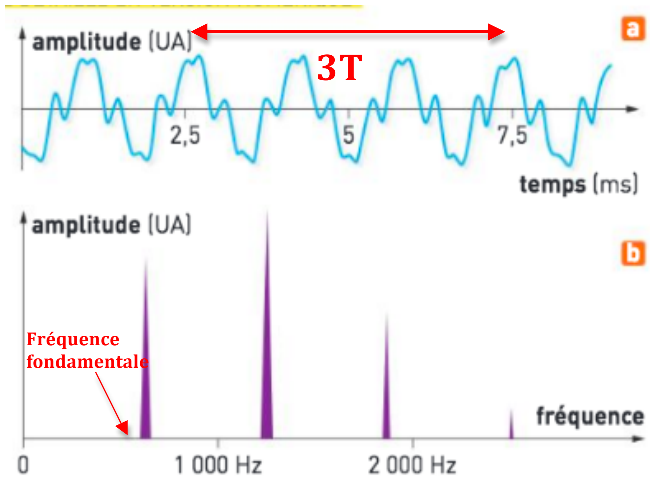
Code du cours sur Classroom: *xkzbtxb*

Exercice 3 p.219 : Identifier des spectres



Il s´agit du spectre **a** car la fréquence du pic fondamental est bien de 500Hz et d´autre part, la guitare produit un son complexe (ou composé) et possède donc plusieurs harmoniques. Le son **d** correspond bien á une note de 500Hz mais le son est pur, il n´y a que le diapason qui produit un son (sinusoïdal).

Exercice 7 p.220 : Fabrication d'une flûte de pan



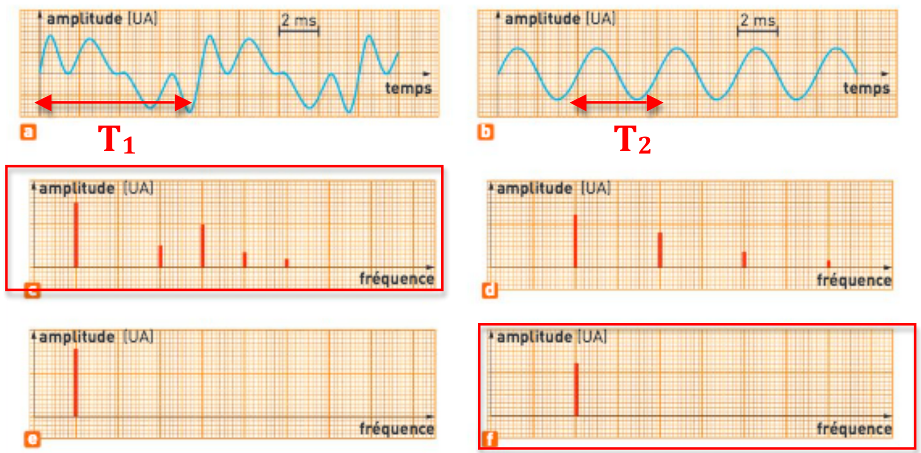
1) La fréquence f (en Hz) est l´inverse de la période T (en s): $f = \frac{1}{T}$

2) D´après la figure, on voit que trois périodes correspondent à 5ms environ. On a donc:
$3 \times T = 5 \times 10^{-3} s$
(On n´oublie pas de convertir les ms en s)
On a donc:
$T = \frac{5 \times 10^{-3}}{3} = 1{,}7 \times 10^{-3} s$

Calcul de la fréquence du son joué à la flûte de pan: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1{,}7 \times 10^{-3}} = 600 Hz$
Le tube d´Aurélien semble bien accordé puisque la fréquence du pic fondamental correspondant au spectre du son joué par le piano est également d´environ 600Hz.

3) Le tube d´Aurélien produira un son dont le pic fondamental sera identique mais **les harmoniques seront différentes** puisque chaque instrument possède son propre timbre.

Exercice 10 p.221 : Son pur ou son composé?



1) Pour le son **a**, on voit qu´une période correspond à 4 cm (8 petits carreaux). Comme 1cm correspond à 2ms: $T_a = 4 \times 2 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-3} s$. Calcul de la fréquence: $f_a = \frac{1}{T_a} = \frac{1}{8 \times 10^{-3}} = 125 Hz$
Pour le son **b**, on voit qu´une période correspond à 2 cm (4 petits carreaux).
Donc: $T_b = 2 \times 2 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} s$. Calcul de la fréquence: $f_b = \frac{1}{T_b} = \frac{1}{4 \times 10^{-3}} = 250 Hz$

2) Le son **a** est **complexe** (ou composé) car son spectre contient des harmoniques.
Le son **b** est **pur** car son spectre ne contient pas d'harmonique. Sa forme d´ode est sinusoïdale.

3) a) C´est le son **a** puisqu´un instrument acoustique émet un son forcément complexe.
b) Point commun: le pic fondamental (c´est la même note). Différence: Les harmoniques puisque chaque instrument a son propre timbre.

4) Le spectre **c** correspond au son **a** et le spectre **f** au son **b**. En effet, le son **c** est pur donc il ne contient qu´un pic fondamental. De plus, sa fréquence fondamentale (250Hz) est le double de celle du son **a** (125Hz) qui est complexe (donc avec des harmoniques) et qui correspond donc au spectre **c**.

5) Rappel de la formule du niveau d'intensité sonore:

$$L = 10 \times \log \frac{I}{I_0}$$

L s´exprime en dB (décibels). I est l´intensité sonore (en W/m^2)

I_0: intensité sonore du seuil d´audibilité humaine:

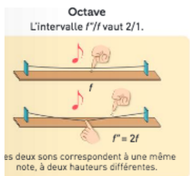
$I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12} W/m^2$ (watts par mètre carré)

Log est le logarithme décimal, cherchez la touche sur votre calculatrice.

Calcul: $L = 10 \times \log \frac{I}{I_0} = 10 \times \log \left(\frac{4{,}5 \times 10^{-3}}{1{,}0 \times 10^{-12}} \right) = 96{,}5\text{dB}$

Exercice 5 p.235 :

a) Un son de fréquence f et un son de fréquence 3f sont à l´octave: **FAUX**



En effet l´octave correspond à une fréquence doublée (2f).

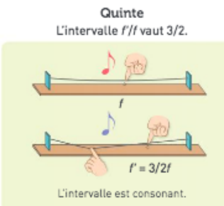
b) Lorsqu' un chevalet est posé au milieu d´une corde, chaque moitié de la corde vibre avec une fréquence double de celle de la corde entière: **VRAI**

La longueur de la corde est divisée par 2, elle vibre 2 fois plus vite.

c) Quand le chevalet est au tiers de la longueur d´une corde, les deux parties de la corde vibrent à des fréquences identiques: **FAUX**

La longueur partie la plus longue de la corde vibre à une fréquence $\frac{3}{2} \times f$

C´est à dire une quinte.



Exercice 9 p.236 : f_{la3}=440Hz

1) **a.** $f_{la4} = f_{la3} \times 2 = 880Hz$

b. Attention, ici on descend de deux octaves. On divise deux fois par deux la fréquence:

$$f_{la1} = \frac{f_{la3}}{2^2} = \frac{f_{la3}}{4} = 110Hz$$

2) Dans la gamme pythagoricienne, une quinte ascendante correspond à une fréquence multipliée par $\frac{3}{2}$

On a donc: $f_{mi4} = \frac{3}{2} \times f_{la3} = 660Hz$

3) En regardant le clavier, on remarque que le **mi** se situe **7 demi tons** au dessus du **la**.

Or, dans la gamme tempérée, chaque demi ton est séparé du suivant par une fréquence multipliée par: $\sqrt[12]{2} = 2^{\frac{1}{12}}$.

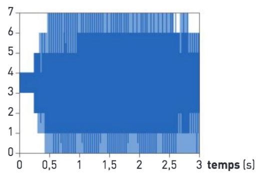
Pour 7 demi tons il faut donc multiplier la fréquence par $2^{\frac{1}{12}}$ 7 fois de suite:

$$2^{\frac{1}{12}} \times 2^{\frac{1}{12}} \times 2^{\frac{1}{12}} \times 2^{\frac{1}{12}} \times 2^{\frac{1}{12}} \times 2^{\frac{1}{12}} \times 2^{\frac{1}{12}} = 2^{\frac{7}{12}} \approx 1{,}4983$$

On a donc: $f_{mi4} = f_{la3} \times 2^{\frac{7}{12}} \approx 659{,}255Hz$

Les deux fréquences sont légèrement différentes.

Exercice 4 p.253 : Appliquer une relation



1) On voit que le signal est codé sur 8 valeurs possibles (verticalement).

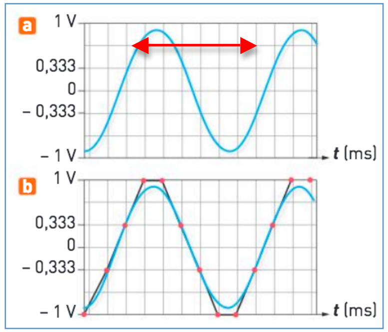
2) Pour trouver le nombre de bits on cherche n tel que: $2^n = 8$

On en déduit que n=3 puisque:

$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$

Le signal est donc codé sur **3 bits**.

<u>Exercice 9 p.255 :</u> Quantification et échantillonnage



1) **a.** On voit qu´une période correspond à 8 divisions (ou carreaux). Comme 1carreau correspond à 0,80ms: $T = 8 \times 0{,}80 \times 10^{-3} = 6{,}4 \times 10^{-3}\,s$. Calcul de la fréquence:

$$f = \frac{1}{6{,}4 \times 10^{-3}} \approx 156 Hz$$

b. D´après le critère de Shannon, la fréquence d´échantillonnage doit être au moins le double de celle du signal: f_e=312Hz.

2) **a.** On observe une quantification pour chaque carreau, or un carreau correspond à Te=0,8ms donc:

$$f_e = \frac{1}{0{,}8 \times 10^{-3}} = 1250 Hz$$

b. Elle est adaptée car elle est huit fois plus grande que la fréquence du signal.

3) **a.** On observe 4 niveaux de quantification, or $2^2 = 4$

Il a donc été quantifié avec **2 bits**.

b. Les quatre valeurs possibles avec 2 bits → 00, 01,10 et 11

4) La formule permettant de connaître le poids du fichier peut s´écrire (en bits):

durée (secondes) × fréquence d'échantillonnage × nombre de bits

Soit: $60 \times 1250 \times 2 = 30000 bits$

ou: $\frac{30000}{8} = 3750 octets$

Puisque 1octet=8bits