

## Voix & Image : DE

### Exercice 1

1. Soit une onde acoustique plane qui se propage dans l'eau avec une vitesse de 1480 m/s. Elle véhicule une puissance moyenne de 1W uniformément répartie sur une section circulaire de 40 cm de diamètre, normale à la direction de propagation. La fréquence de l'onde est égale à 24 kHz.
  - a) Calculer l'intensité acoustique de l'onde
  - b) En déduire son niveau sonore (on rappelle  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ ).
  - c) Rappeler la définition de l'impédance acoustique d'un milieu, ainsi que son expression en fonction des propriétés du milieu. En déduire l'amplitude de la pression acoustique et de la vitesse des particules.
  - d) Comparer aux résultats que l'on aurait obtenus si cette onde se propageait dans l'air
2.
  - a) On donne le coefficient suivant, relatif à la réflexion ou transmission de l'intensité de l'onde entre deux milieux d'impédances acoustiques  $Z_1$  et  $Z_2$  :  $\frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2}$ . S'agit-il du coefficient de transmission T ou de réflexion R ?
  - b) En déduire l'expression de l'autre coefficient.
  - c) L'onde définie dans la question 1 arrive à l'interface entre l'eau et l'air. Calculer les valeurs des coefficients R et T dans ce cas.
  - d) En déduire l'intensité acoustique et le niveau sonore de l'onde transmise dans l'air

Données :

$$\begin{array}{ll} \rho_{\text{air}} = 1,294 \text{ kg.m}^{-3} ; & \rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3} \\ c_{\text{air}} = 330 \text{ m.s}^{-1} ; & c_{\text{eau}} = 1500 \text{ m.s}^{-1} \end{array}$$

### Exercice 2

Une chauve-souris vole, en ligne droite, vers un obstacle à la vitesse moyenne  $v = 8 \text{ m.s}^{-1}$ . On prendra dans tout l'exercice  $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$ . Elle émet un bref signal ultrasonore de fréquence  $f = 50 \text{ kHz}$  quand elle se situe à une distance  $d = 30 \text{ m}$  de l'obstacle. Ce signal se réfléchit sur l'obstacle et l'écho atteint la chauve souris un instant  $\Delta t$  plus tard.

1. Calculer  $\Delta t$  et  $x$ , la distance entre la chauve souris et l'obstacle au moment où elle perçoit l'écho.
2. La fréquence  $f'$  de l'écho n'est en fait pas identique à  $f$ . Comment s'appelle ce phénomène. Exprimer et calculer  $f'$  dans le cas d'un obstacle immobile. S'agit-il d'un son plus grave ou plus aigu ?
3. La fréquence perçue est en réalité  $f' = 47 \text{ kHz}$ . Dans quelle direction et à quelle vitesse se déplace l'obstacle ?

## Exercice 3

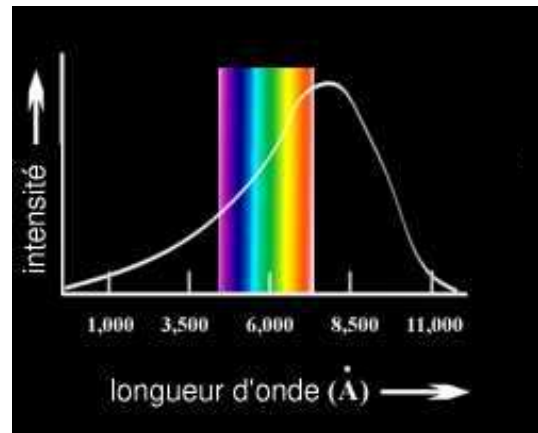
Un violoncelliste frotte la corde de Sol ( $L = 69$  cm) avec son archet pour la mettre en vibration. Ainsi excitée, la corde peut vibrer selon plusieurs modes.

- 1.1 Comment appelle-t-on les modes de vibration de la corde de longueur  $L$  ?
- 1.2 Observation de la corde vibrante à la lumière du jour.
  - 1.2.1. Décrire l'aspect de la corde vibrant dans son mode fondamental quand on l'observe à la lumière du jour et l'illustrer par un schéma sans souci d'échelle.
  - 1.2.2. Calculer la longueur d'onde  $\lambda_1$  correspondant au mode fondamental.
- 1.3 Le son produit par la corde est étudié à l'aide d'un microphone branché à un oscilloscope numérique. L'oscillogramme correspondant est donné à la figure 1 (toutes les figures de l'exercice sont données en annexe). Exploiter cet oscillogramme pour déterminer la fréquence  $f_1$  du mode fondamental. À quelle qualité physiologique du son est associée cette fréquence ?
- 1.4 En déduire la célérité  $v$  de la vibration le long de cette corde. Par une analyse dimensionnelle, retrouver la relation reliant  $v$  à la tension  $T$  de la corde et sa masse linéique  $\mu$ . Calculer  $T$  sachant que  $\mu = 2$  g/m.
- 1.5. On réalise une analyse spectrale du son produit par cette corde vibrant sur toute sa longueur. Le spectre de fréquences est représenté à la figure 2 ci-dessous. Sur ce spectre sont repérés cinq pics notés (a), (b), (c), (d) et (e). On note  $f_2$  et  $f_3$  les fréquences des deux harmoniques immédiatement supérieures à la fréquence fondamentale  $f_1$ .
  - 1.5.1 Écrire la relation existant entre  $f_2$  et  $f_1$  d'une part ; entre  $f_3$  et  $f_1$  d'autre part.
  - 1.5.2 Retrouver parmi ces cinq pics, celui qui correspond au mode fondamental de fréquence  $f_1$  et préciser ceux qui correspondent à  $f_2$  et  $f_3$ .
- 1.6 Pour jouer une note différente, le violoncelliste excite la corde avec l'archet tout en appuyant franchement en un point donné de la corde, ce qui revient à ne mettre en vibration qu'une longueur  $L'$  de la corde.
  - 1.6.1 Déterminer  $L'$  quand le joueur veut jouer le Sol de l'octave supérieur
  - 1.6.2 Déterminer  $L'$  quand le joueur veut jouer le Si de l'octave supérieur (le rapport de fréquence entre le Sol et le Si du même octave est 1,26)
- 2.1 Par une autre technique appelée « pizzicato », le violoncelliste pince maintenant la corde de sol pour la mettre en vibration. L'oscillogramme correspondant au son émis par la corde en appliquant la technique « pizzicato » est donné à la figure 3 ci-dessous. Exploiter cette figure pour indiquer la nouvelle fréquence du fondamental. Quelles caractéristiques physiologiques du sont modifiées ou conservées par rapport à la technique utilisée à la question 1 ? Justifiez votre réponse
- 2.2 Pour tirer de son instrument des sons particuliers, le violoncelliste excite avec son archet la corde qu'il effleure avec l'autre main en son milieu. On donne le spectre du son produit de cette manière à la figure 4. Exploiter cette figure pour indiquer la nouvelle fréquence du fondamental. Quelles caractéristiques physiologiques du sont modifiées ou conservées par rapport à la technique utilisée à la question 1 ? Justifiez votre réponse

## Exercice 4

Bételgeuse est une étoile située à une distance  $d = 427$  années-lumière de la Terre (on rappelle 1 année-lumière = distance parcourue par la lumière en 365,25 jours).

1. Exprimer  $d$  en mètres
2. En première approximation, le spectre d'émission de Bételgeuse est donné sur la figure ci-contre. Quels mécanismes expliquent la forme de ce graphe. De quelle couleur apparaît cette étoile ?
3. Pour quelle longueur d'onde  $\lambda_B$  l'intensité émise est-elle maximum ? En déduire la température de surface de Bételgeuse  $T_B$ . On rappelle que, pour le Soleil, le maximum d'émission est atteint pour  $\lambda_S = 480$  nm et la température de surface est  $T_S = 5800$  K
4. On mesure la puissance totale reçue sur Terre par mètre carré  $I_T = 10^{-7}$  W.m<sup>-2</sup>. En supposant que Bételgeuse émet une onde sphérique, en déduire la puissance totale rayonnée par Bételgeuse  $P$ .
5. Rappeler la loi de Stefan reliant la puissance rayonnée par unité de surface  $M$  et la température. En déduire la surface  $S_B$  de Bételgeuse, puis son rayon  $R_B$ . On rappelle la constante de Stefan :  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$  Wm<sup>-2</sup>K<sup>-4</sup>. Comparer avec le rayon du Soleil  $R_S = 7 \cdot 10^8$  m.

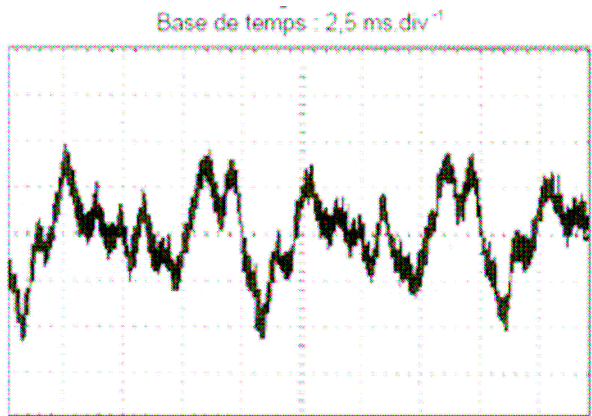


## Exercice 5

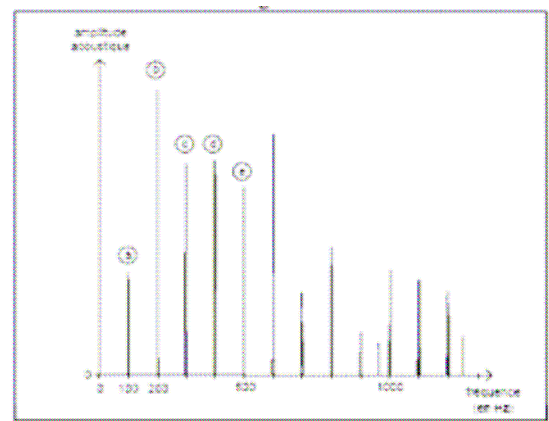
Un appareil photo dispose d'un capteur de 15 Mpixels. Les pixels sont carrés.

1. Le format du capteur étant 4:3, indiquer le nombre de lignes et de colonnes du capteur.
2. Quelle est la résolution d'une photo tirée au format 15 cm x 10 cm
3. Sur la carte mémoire de l'appareil photo, d'une capacité de 8 Go, les photos sont stockées en couleurs vraies (1 octet par couleur primaire), et compressées au format jpeg. Le taux de compression moyen étant de 20:1, combien de photos peut-on en moyenne conserver sur la carte-mémoire ?
4. On donne le code RGB de quelques pixels choisis au hasard. Indiquer pour chacun de ceux-ci la couleur, en précisant éventuellement clair ou foncé :
  - a) 200-0-200
  - b) 55-55-55
  - c) 0-110-110
  - d) 0-250-0

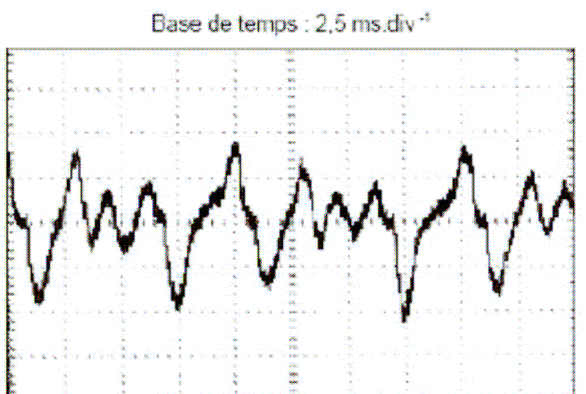
## Annexe : Figures Exercice 3



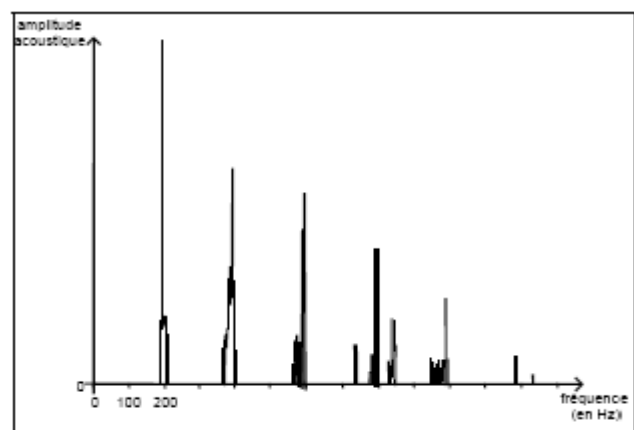
**Figure 1**



**Figure 2**



**Figure 3**



**Figure 4**