

## Exercices de Spécialité Physique 6 : Les sons musicaux

### S'autoévaluer

#### 1. QCM : Production d'un son

Quelles sont les affirmations exactes ?

- C'est la membrane d'un tambour qui vibre.
- Ce sont les lèvres du musicien qui vibrent avec un saxophone ou une clarinette, instruments à anche.
- La caisse de résonance assure le couplage avec l'air des vibrations de la corde pour les instruments à cordes.
- Un instrument doit vibrer et émettre pour produire un son.

#### 2. QCM : Perception sonore

Quelles sont les affirmations exactes ?

- Le domaine de fréquence des sons audibles par une oreille humaine normale se situe entre 2 kHz et 20 kHz.
- Le domaine de fréquence des infrasons se situe au-delà de 20 kHz.
- Le domaine de fréquence des ultrasons se situe au-delà de 20 kHz.
- Les sons aigus ont des longueurs d'onde plus grandes que les sons graves.

#### 3. QCM : Niveau sonore

Une trompette émet une note dont l'intensité sonore à 5 m de cette dernière a pour valeur  $I = 10^{-5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Le seuil d'audibilité pour l'oreille humaine a pour intensité  $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

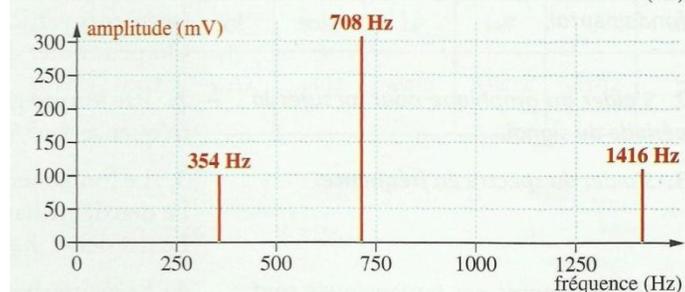
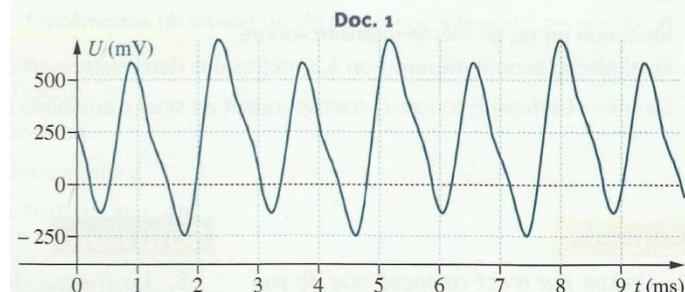
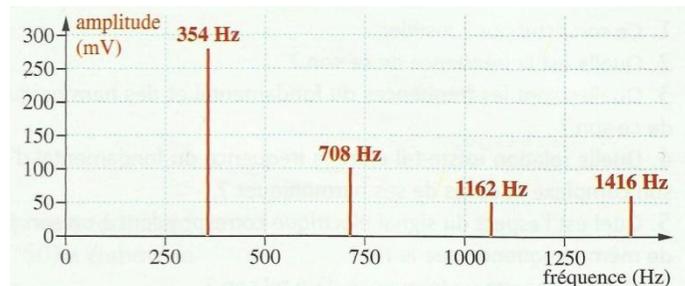
Quelles sont les affirmations exactes ?

- Le niveau sonore  $L$  s'exprime en W.
- Le niveau sonore du son émis par la trompette située à 5 m a pour valeur 70 SI.
- Une seconde trompette identique placée à côté de la première joue simultanément la même note. L'intensité sonore double.
- Dans les conditions de la proposition précédente, le niveau sonore double.

#### 4. QCM : Timbre des sons

Les documents 1 et 2 représentent les signaux électriques correspondant à deux sons ainsi que leurs spectres. Quelles sont les affirmations exactes ?

- Les sons 1 et 2 ont la même hauteur.
- Les sons 1 et 2 ont le même timbre.
- Le fondamental du son 1 a pour fréquence 354 Hz.
- Le fondamental du son 2 a pour fréquence 708 Hz.
- Le troisième harmonique du son 2 a pour fréquence 1 416 Hz.
- Aucun des sons n'est pur.



Doc. 2

#### 5. QCM : Gamme tempérée

Dans la gamme tempérée, le  $do_3$  a une fréquence de 261,6 Hz.

Quelles sont les affirmations exactes ?

- Une octave est constituée de huit notes.
- Deux notes dont le rapport de fréquences est 2 sont séparées d'une octave.
- Le  $do_4$  a une fréquence de 523,2 Hz.
- Le  $do_5$  a une fréquence de 784,8 Hz.
- Une octave est divisée en douze demi-tons.
- Le  $fa_3$ , situé cinq demi-tons au-dessus du  $do_3$ , a une fréquence de 349,2 Hz.

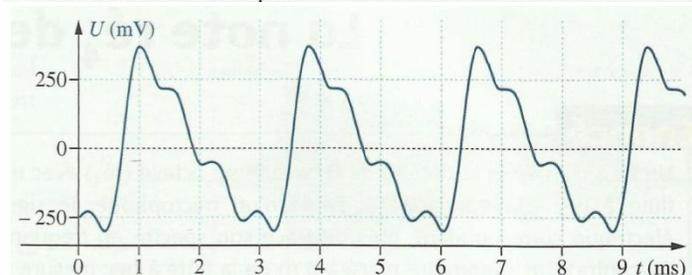
### Utiliser les acquis

#### 6. Intensité sonore fonction de la distance à la source

On dispose d'un haut-parleur branché sur un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale de fréquence 1 000 Hz. On mesure l'intensité sonore  $I$  du son émis par le haut-parleur en différents lieux situés à une distance  $d$  du haut-parleur. Les résultats des différentes mesures sont reportés dans le tableau ci-dessous.

$I (\text{W} \cdot \text{m}^{-2})$	$2,5 \times 10^{-5}$	$6,3 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$	$7,9 \times 10^{-7}$	$2,5 \times 10^{-7}$
$d (\text{m})$	2,0	4	8	12	20

- Quel est le sens de variation de l'intensité sonore  $I$  en fonction de la distance  $d$  ?
- Tracer  $I$  en fonction de  $1/d^2$ .



3. Calculer la valeur du coefficient directeur de la droite.

Quelle est son unité ?

4. Exprimer  $I$  en fonction de  $1/d^2$ .

5. Un sonomètre placé à une distance  $d$  du haut-parleur indique un niveau sonore égal à 46 dB. Quelle est la valeur de  $d$  ?

Donnée : L'intensité sonore correspondant au seuil d'audibilité a pour valeur  $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

## 7. La tessiture

Mariah Carey dans une de ses chansons, *You're so cold*, a une tessiture allant du  $fa_1$ , note la plus grave, au  $fa_6^\#$ , note la plus aiguë.

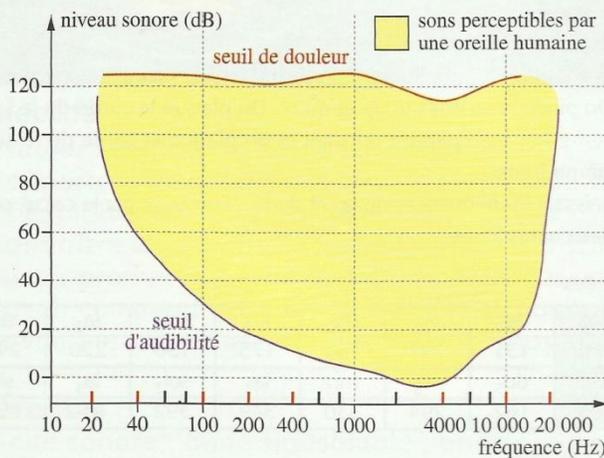
Le  $fa_6^\#$  est une note un demi-ton au-dessus du  $fa_6$ .

Le  $fa_1$  de fréquence 87,3 Hz représente la note fa de l'octave 1.

1. Sur combien d'octaves environ s'étend la tessiture de la voix de Mariah Carey dans ce morceau ?
2. Quelle est la fréquence du  $fa_6$  ?
3. Combien de demi-tons comprend une octave ?
4. Quelle est la fréquence du  $fa_6^\#$  ?

## 8. Sensibilité de l'oreille humaine

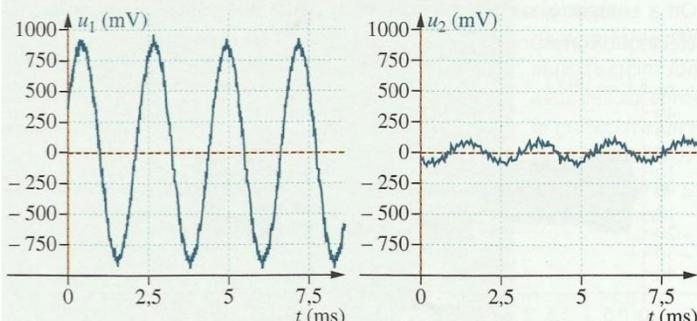
Le diagramme ci-dessous montre les limites de la sensibilité de l'oreille en fonction de la fréquence du son perçu.



1. Pour quelles fréquences la sensibilité de l'oreille humaine est-elle la plus grande ?
2. Un son de fréquence 40 Hz et de niveau sonore 40 dB peut-il être entendu par une oreille humaine ?
3. L'intensité sonore d'un chuchotement est  $I = 10^{-10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Quel est le domaine de fréquences audibles par une oreille humaine d'un son de cette intensité ?
4. Quelle est la valeur moyenne du niveau sonore correspondant au seuil de douleur ?

## 9. Le diapason

On a enregistré les signaux électriques  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$  correspondant au son émis par un diapason fixé sur une caisse en bois ouverte à l'une de ses extrémités et par ce même diapason seul. Lors de ces enregistrements, la distance entre le diapason et le microphone n'est pas modifiée.



1. Comment peut-on qualifier ces sons ?

2. a. Quelle est la fréquence de chacun de ces sons ?

b. La caisse en bois modifie-t-elle la valeur de la fréquence de la note émise ?

c. Quel est le rôle de la caisse en bois en dessous du diapason ?

3. Quelle est la note émise par ce diapason ?

## 10. Pression acoustique

On montre que l'intensité sonore  $I$  est liée à la variation de pression de

l'air  $\Delta P$  (ou pression acoustique) en pascal, par la relation  $I = \frac{(\Delta P)^2}{2\rho \cdot c}$

où  $\rho$  est la masse volumique du milieu de propagation et  $c$  la célérité du son dans ce milieu (l'air à 20 °C).

On prendra  $\rho_{\text{air}} = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  et  $c = 344 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Les seuils d'audibilité et de douleur correspondent respectivement à des niveaux sonores de 0 dB et 120 dB.  $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

1. Quelles sont les valeurs des intensités sonores correspondant aux seuils d'audibilité et de douleur ?
2. Quelle est la variation de pression  $\Delta P_{\text{max}}$  (ou pression acoustique) correspondant au seuil de douleur ?
3. Comparer cette variation de pression à la pression atmosphérique moyenne  $P = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ .  
L'oreille est-elle sensible à de faibles variations de pression ?
4. Quelle est la pression acoustique  $\Delta P_{\text{min}}$  correspondant au seuil d'audibilité ?
5. La plage de variations de pression qu'une oreille humaine est capable d'apprécier est-elle importante ?

## 11. Le violon

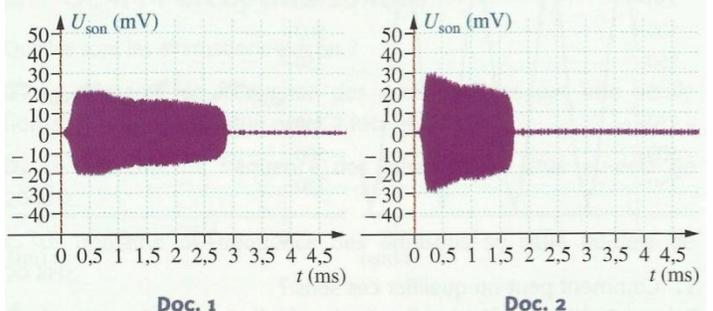
Lors d'un concert, une spectatrice est située à 20 m d'un violoniste.

Un son émis par le violon lui parvient avec une intensité sonore  $I = 1,0 \times 10^{-7} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

1. Quel est le niveau sonore du son perçu par la spectatrice ?
2. Dix violons situés à 20 m de la spectatrice émettent la même note simultanément.  
Quel est le niveau sonore perçu par la spectatrice ?  
On rappelle que les intensités sonores s'ajoutent.
3. Combien faudrait-il de violons jouant simultanément pour doubler le niveau sonore d'un seul violon à l'intention d'un auditeur situé à 20 m ?  
Donnée :  $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

## 12. L'enveloppe d'une note

On a enregistré, sur les documents 1 et 2, deux enveloppes du signal électrique correspondant à un  $ré_2$  joué avec une clarinette.



1. Repérer, sur chacun des documents, l'attaque, le corps et l'extinction de la note.
2. Indiquer, en le justifiant, la note qui est jouée avec la plus grande intensité sonore.
3. Laquelle des notes a été jouée avec une attaque dite franche. Justifier.