

Comment s'isoler du bruit ?

Activité : Qu'est-ce que le son ?

Document 1 : Les ondes sonores

Un son est émis par un objet en vibration (membrane d'un haut-parleur, cordes vocales...).

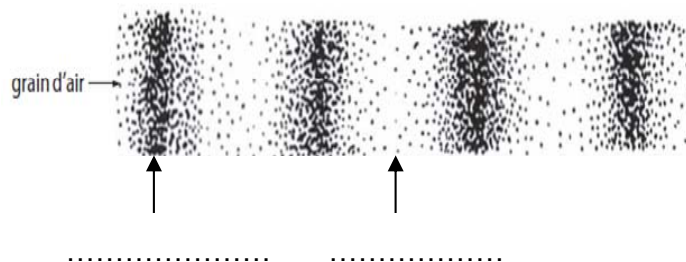
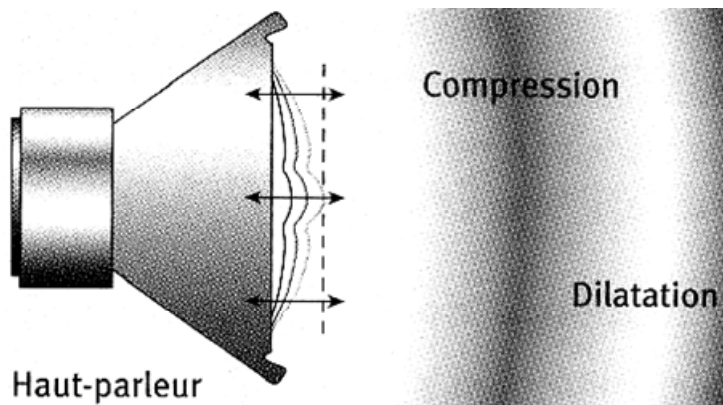
Les vibrations font osciller les molécules de l'air en contact avec l'objet et se communiquent aux molécules voisines qui oscillent à leur tour.

La propagation d'un son nécessite donc un milieu matériel (gaz, liquide, solide).

Un son ne se propage pas dans le vide.

La propagation du son dans l'air se fait sous la forme d'une onde mécanique de pression.

Dans l'air, des zones de compression alternent périodiquement avec des zones de dépression et progressent.



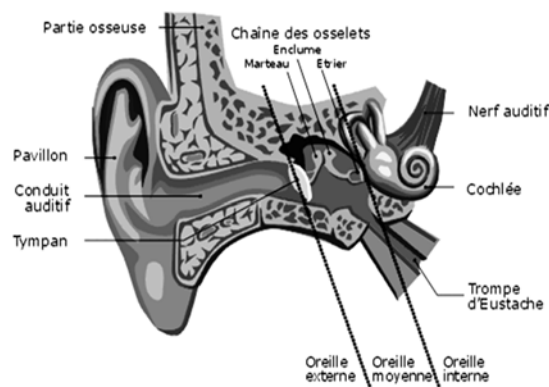
Une onde sonore est un phénomène
qui se propage par une suite de et
de du milieu de propagation

Document 2 : Vitesse des ondes sonores

Le son se déplace sous forme d'ondes et plus ou moins rapidement selon les milieux. Quand ces ondes atteignent nos oreilles, elles font vibrer nos tympans. Notre cerveau décrypte ces vibrations et les reconnaît comme les sons que nous connaissons.

On peut provoquer des vibrations dans l'air en frottant ou en pinçant les cordes d'une guitare ou en chantant, en faisant vibrer ses cordes vocales.

On peut également produire un son avec n'importe quel objet frottant sur un autre : un crayon sur une feuille de papier, l'air frottant sur une voiture en déplacement, la vague frottant contre la falaise... Ces sons sont perçus comme des bruits non musicaux.



1. Une onde sonore peut-elle se propager dans le vide ? Expliquer pourquoi.

.....
.....

2. Le son se propage-t-il toujours à la même célérité ?

.....
.....

3. De quel paramètre dépend la vitesse de propagation d'un son ?

.....
.....

Comment se propage le son ?

L'animation disponible sur le **site ostralo + onde sonore** et au lieu ci-contre : permet de visualiser une onde sonore.

4. Que se passe-t-il avec les particules du milieu où se propage une onde sonore ?

.....

.....

5. Comment est le milieu de propagation après le passage de l'onde sonore ?

.....

.....

Une onde, qu'elle soit sonore ou d'un autre type (mécanique, électromagnétique,...) est toujours un déplacement d'énergie dans le milieu de propagation. Il n'y a pas de propagation de matière, c'est uniquement l'énergie qui se propage.

Montage : cloche à vide

Voici une cloche à vide. Une pompe permet d'aspirer l'air présent dans la cloche. Ainsi un vide relatif est formé à l'intérieur de la cloche.



✂ Proposer une expérience pour mettre en évidence la non propagation des ondes sonores dans le vide

6. Qu'observe-t-on ? Et qu'en conclue-t-on ?

Comment s'isoler du bruit ?

TP : Quelle grandeurs caractérisent le son ?

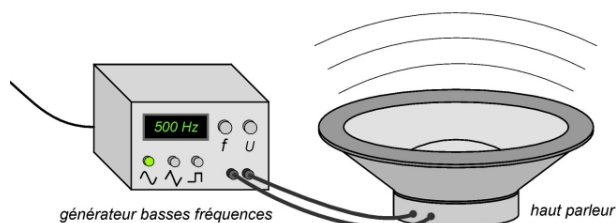
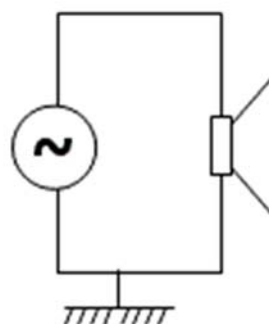


Schéma du montage



- ✗ Réaliser le schéma ci-contre.
- ✗ Produire un son avec un GBF relié à un haut-parleur.

- ✗ Faire varier la fréquence du son créé par le GBF.

1. Que fait varier la fréquence sur le son perçu ?

.....

.....

- ✗ Faire varier l'amplitude du signal créé par le GBF (avec le bouton Level du GBF)

2. Que fait varier l'amplitude du signal sur le son perçu ?

.....

.....

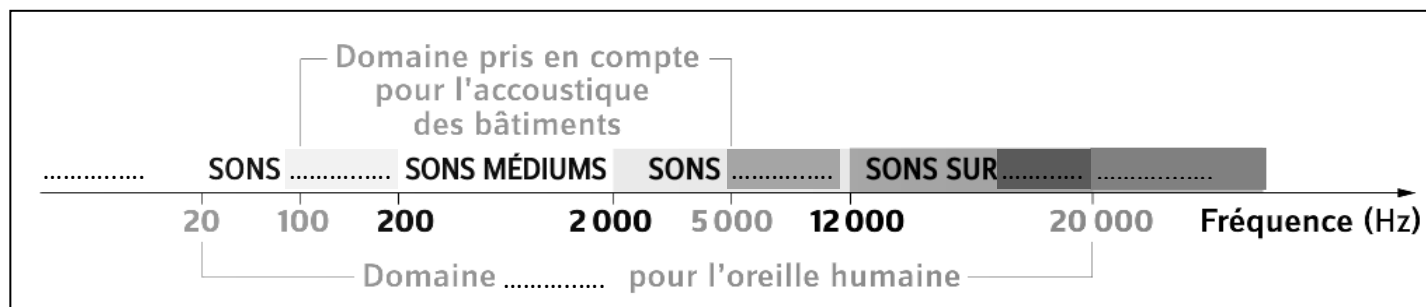
Influence de la fréquence d'un son

- ✗ Partir de 10 Hz et parcourir la gamme audible par l'homme.

✎ Compléter le schéma ci-dessous avec les mots :

audible ; ultrasons ; grave ; infrasons ; aigu ; aigu

✎ Indiquer en vert votre propre domaine audible :

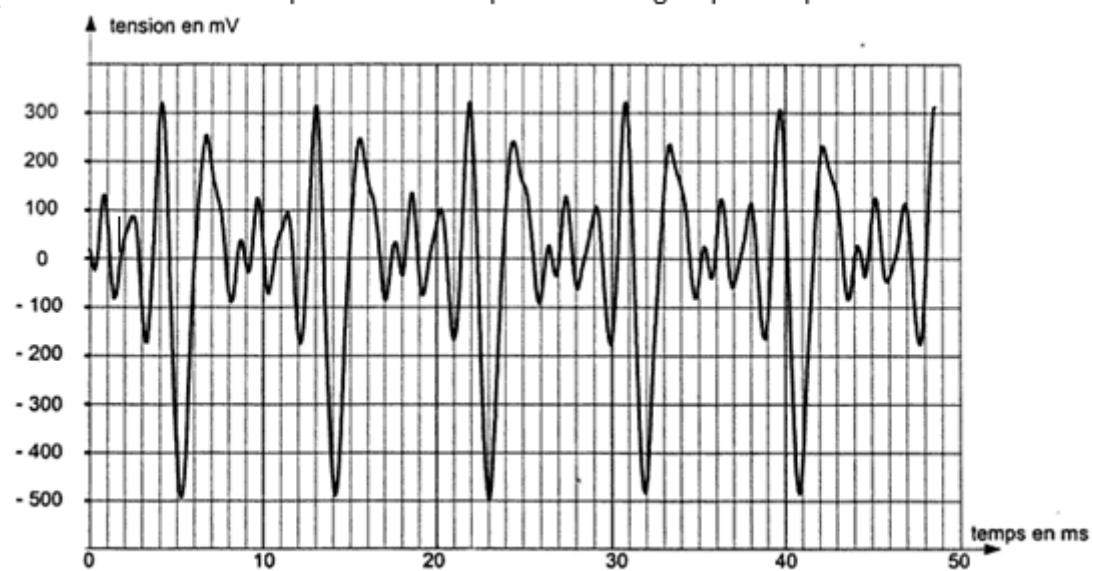
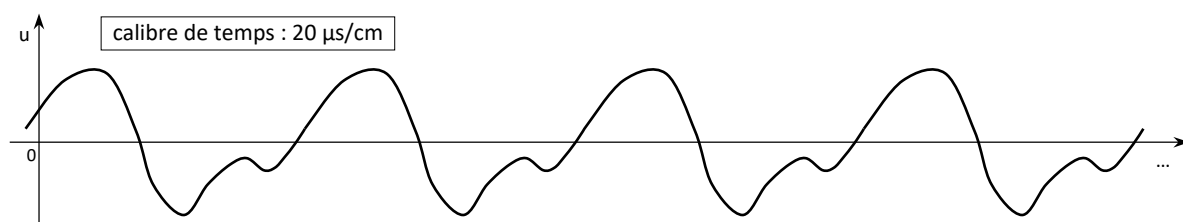


Plus la fréquence d'un son augmente, plus le son devient Au contraire, si la fréquence du son diminue, le son devient plus

Deux notes sont perçues à la même **hauteur** si la de la vibration sonore est la même quel que soit l'instrument.

3. Rappeler la relation entre la fréquence f et la période T d'un signal :

4. Mesurer et calculer la fréquence des 2 signaux ci-dessous :



Notion de timbre

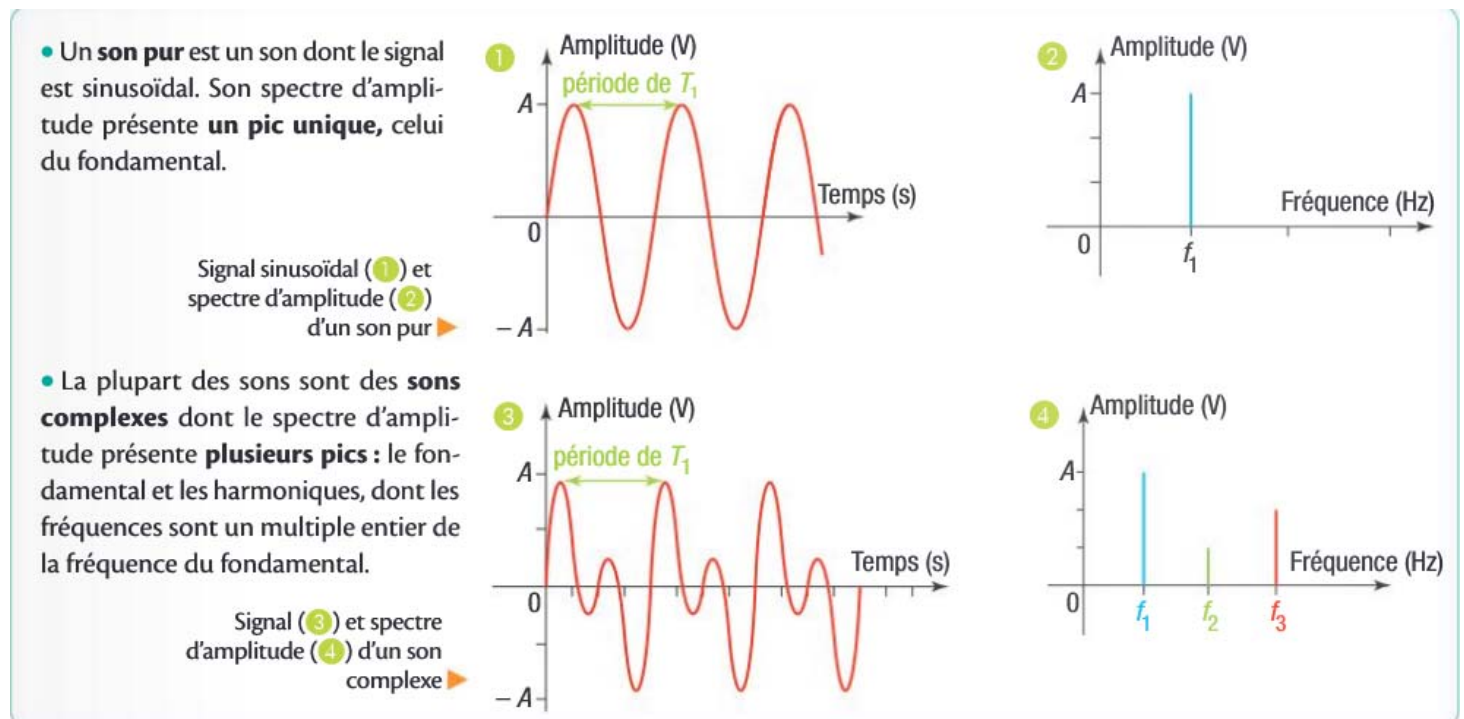
Définition

La même note jouée par deux instruments différents présente une sensation sonore différente.

Le **timbre** est la qualité du son qui permet de distinguer deux notes de même jouées par deux instruments différents.

Spectre sonore :

A l'aide d'un analyseur d'harmoniques on peut réaliser un **spectre sonore** : diagramme donnant l'..... des différents harmoniques en fonction de la



- Le timbre d'un son dépend de sa composition en
- un son pur ou simple ne contient

Remarque : le fondamental est celui qui a la plus basse et non la plus grande amplitude

Intensité sonore et niveau sonore

On appelle intensité sonore I , la puissance P reçue par le récepteur par unité de surface S

$$I = \frac{P}{S}$$

I :
P :
S :

L'intensité d'un son est la qualité qui donne la sensation qu'un son est plus ou moins
L'intensité d'un son est liée à l'.....de la vibration sonore.

On note I_0 l'intensité sonore de référence ; I_0 est la plus petite intensité sonore audible.

Pour une fréquence de 1000 Hz, $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Le niveau sonore L est une grandeur qui s'exprime en décibel () et qui se mesure à l'aide d'un sonomètre.

Relation niveau sonore L (dB), intensité sonore I (W.m^{-2})

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

touche log de la calculatrice

3. Sur une notice, l'intensité sonore d'une vuvuzela à 1 m est $I = 10^{-1} \text{ W.m}^{-2}$. Quel est son niveau sonore L ?

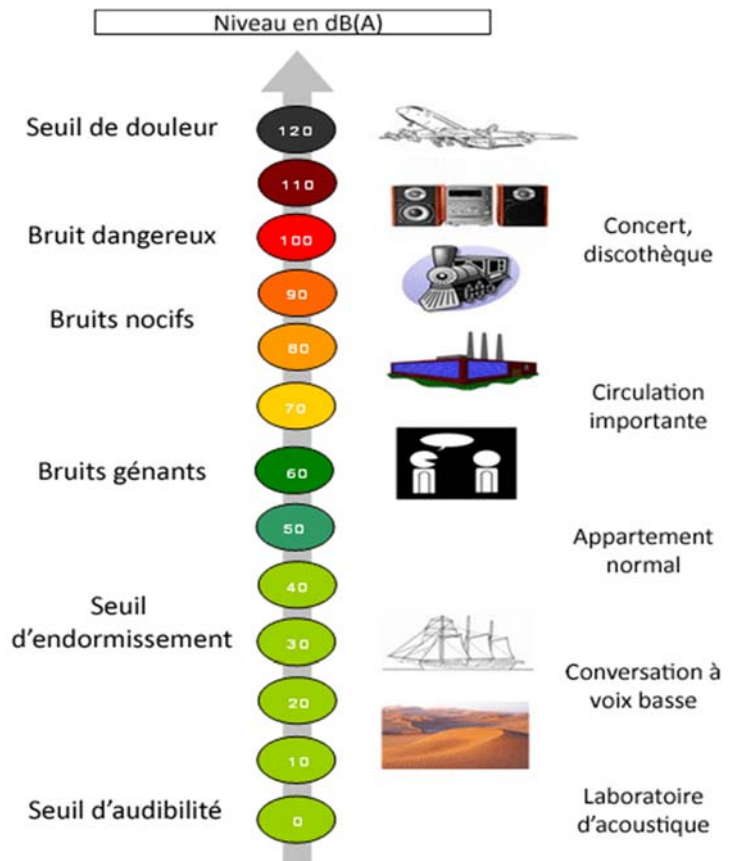
Influence de l'intensité d'un son

Le niveau sonore L (la quantité d'énergie transmise par une onde sonore) est exprimé en décibels (dB) : plus un son a une intensité forte, plus on dit que le son est bruyant. Mais il faut savoir que si on augmente de 10 unités dB alors le son est dix fois plus fort. Par exemple un son de 40dB est 10 fois plus fort qu'un son de 30dB. Un son de 50dB est cent fois plus fort qu'un son de 30dB et un son de 60dB est fois plus fort qu'un son de 30dB.

- 10 dB : feuilles mortes qui tombent
- 60 dB : conversation courante
- 90 dB : musique avec un volume très fort (seuil de danger)
- 110 dB : concert de rock/discothèque (risque de dégâts permanents à l'oreille)
- 130 dB : décollage d'avion (seuil de douleur)
- 160 dB : décollage de fusée

Un niveau sonore de 0 décibel ne se rencontre jamais dans la vie réelle. Le silence, l'absence totale de bruit, n'existe pas, sauf dans certains laboratoires qui étudient le son. Pour un humain, il restera toujours les bruits de son propre corps, même si on n'y prête pas attention.

Le terme pollution sonore est une manière de dire que l'intensité du bruit à un endroit est plus élevée que ne le souhaitent les occupants de cet endroit. Il existe des techniques d'isolation sonore pour limiter les nuisances sonores.



2. Qu'est-ce que le niveau sonore et en quelle unité s'exprime-t-elle ?

3. De combien est multiplié la puissance sonore lorsqu'on passe de 90 dB à 100 dB ?

4. Et de 60 dB à 100 dB ?

 Avec un sonomètre mesurer l'intensité du son produit par une conversation :

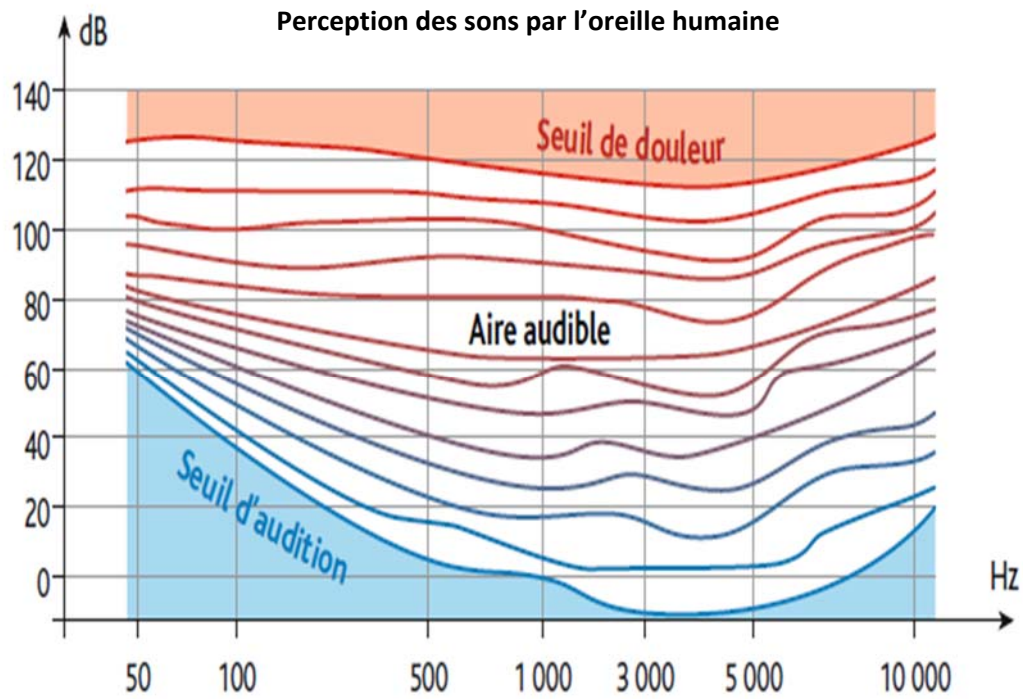
- Lorsque vous murmurez ou chuchotez :
- Lorsque vous parlez à voix haute, normalement (sans crier) :

Pour éviter que les oreilles des spectateurs soient endommagées lors des concerts, certains pays limitent le volume sonore. Malgré ces lois, on conseille aux spectateurs dans les concerts de placer des petits morceaux de mousse (tampons auriculaires ou bouchons anti-bruit) dans les oreilles pour se protéger. Il existe aussi des réglementations pour les appareils comme les lecteurs MP3. Il est important de savoir qu'un son trop fort peut endommager l'intérieur de l'oreille de manière irréversible et provoquer la surdité à long terme ou l'apparition d'un sifflement (dont le nom scientifique est acouphène). Malgré les progrès de la médecine, on ne peut pas toujours soigner ou réparer ces problèmes.

Pour se protéger des risques liés à un endommagement de l'appareil auditif à cause d'un son trop fort, il faut :

- Lors des concerts, ne pas se tenir près des haut-parleurs.
- Utiliser des tampons auriculaires lors des concerts ou des spectacles
- Ne jamais mettre le volume de son lecteur MP3, baladeur, etc... au maximum. Pour la plupart des appareils, un volume inférieur à la moitié disponible est souvent suffisant.
- Quitter immédiatement un endroit où le volume est élevé si on ressent une douleur à l'oreille. Ne pas y retourner même si la douleur disparaît.
- Consulter un médecin si l'on a l'impression de moins bien entendre, que l'on entend des sifflements ou des bruits désagréables et anormaux. Il faut aussi voir un médecin si l'oreille est douloureuse.

Sensibilité de l'oreille



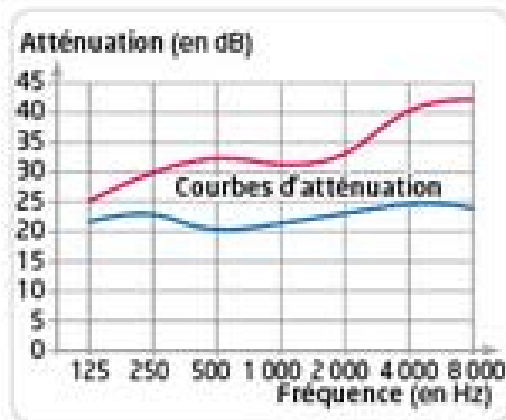
1. A 1000 Hz, quels sont les seuils d'audibilité et de douleur ?
2. A 50 Hz, quels sont les seuils d'audibilité et de douleur ?
3. Quelle est l'intervalle de fréquence le mieux perçu par l'oreille humaine ?
4. Un son de fréquence 100 Hz et de niveau sonore 20 dB est-il audible ?
5. L'intensité sonore d'un lave-vaisselle est $I = 4 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Relever la plage de fréquence audible pour cette intensité.

Transmission ou absorption du son par différents matériaux

L'atténuation (en dB) mesure la diminution du niveau d'intensité sonore.

Il existe 2 types d'atténuation :

- L'atténuation géométrique se manifeste lorsqu'un observateur s'éloigne de la source
- L'atténuation par absorption est causée par un milieu matériel qui absorbe une partie de l'énergie rayonnée par la source

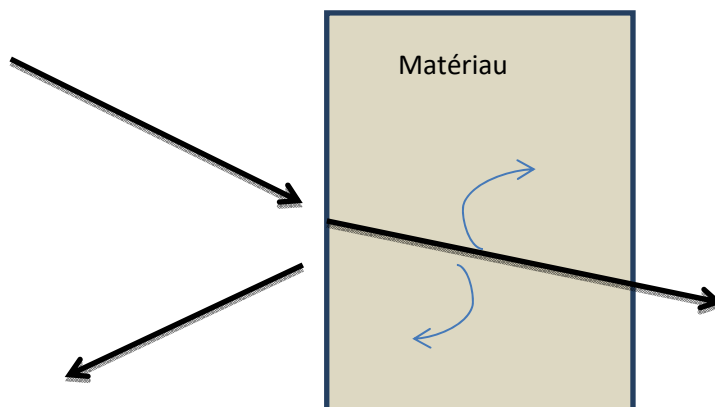


1. Quelle est l'atténuation d'un bouchon en mousse pour un son de fréquence 1000 Hz
2. Un son de niveau sonore 80 dB et de fréquence 4000 Hz sera entendu à quel niveau sonore si on utilise des bouchons en mousse ?

4. Atténuation par un bouchon d'oreille en **mousse** ou **moulé**.

Transmission, réflexion, absorption d'une onde sonore

3. Compléter le schéma en indiquant sur les flèches : *son incident*, *son absorbé*, *son réfléchi*, *son transmis*



Ondes sonores

TP : Comment s'isoler des bruits en atténuant un son ?

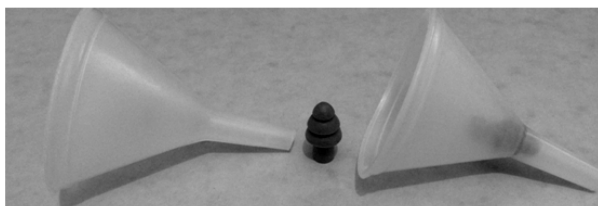
1. Effet des bouchons d'oreille sur un son.

Matériel :

- Bouchon d'oreille
- Entonnoir
- Micro
- Synthétiseur

Modélisation de l'oreille externe

On peut modéliser le pavillon de l'oreille externe et le conduit auditif par un entonnoir en plastique muni ou non d'un bouchon d'oreille.



✂ Proposer un protocole expérimental permettant de vérifier l'influence des bouchons d'oreilles sur la hauteur, le timbre et l'amplitude du son.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

✂ Le mettre en œuvre et conclure

Hauteur	Timbre	Amplitude

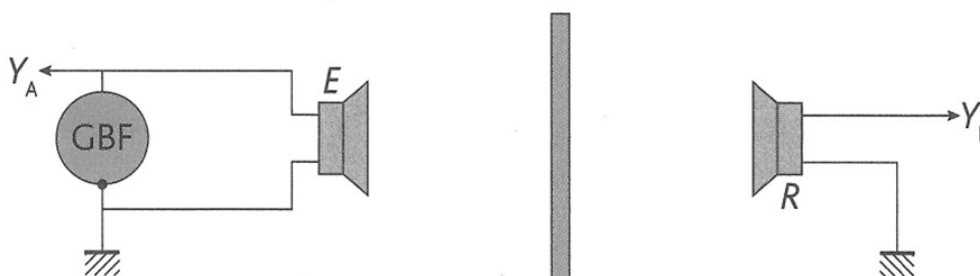
2. Etude de la transmission et de la réflexion des ultrasons :

1. Quelles sont la période et la fréquence des ultrasons ?

- ✂ Réaliser une expérience à l'aide d'un générateur, un émetteur et un récepteur US, un oscilloscope et la connectique afin de déterminer la période puis la fréquence des US utilisés.

Transmission des ultrasons

- ✂ Sans modifier le montage précédent, intercaler successivement trois plaques, l'une en mousse, l'autre en bois et la dernière en toile.

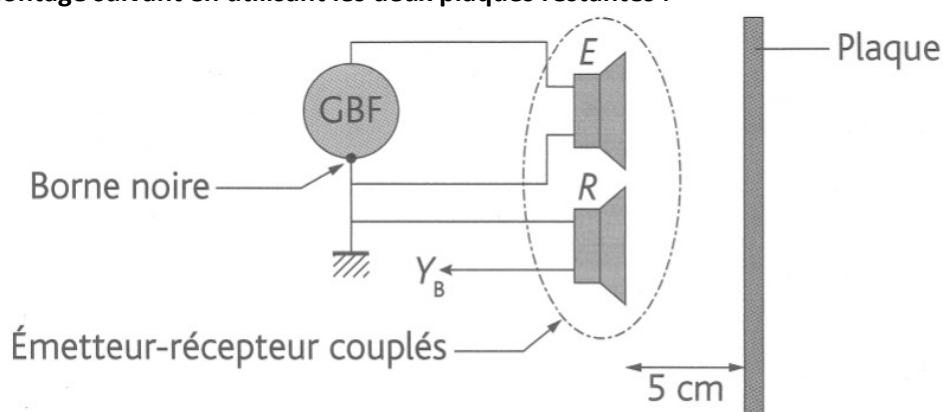


2. Compléter le tableau en entourant les bonnes réponses

Ecran	mousse	bois	toile
Transmission	Oui Non	Oui Non	Oui Non

Réflexion des ultrasons

- ✂ Retirer du protocole l'écran pour lequel il y a eu transmission
 ✂ Réaliser le montage suivant en utilisant les deux plaques restantes :

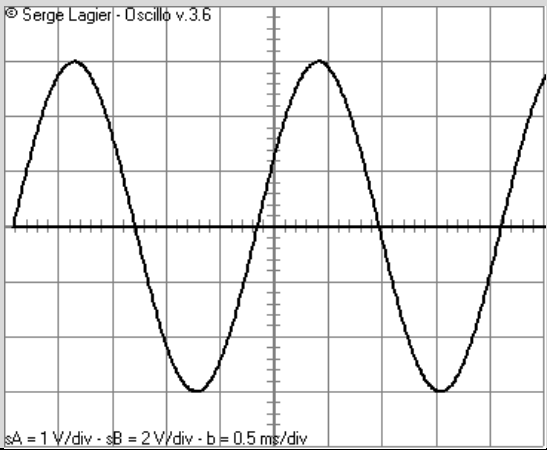
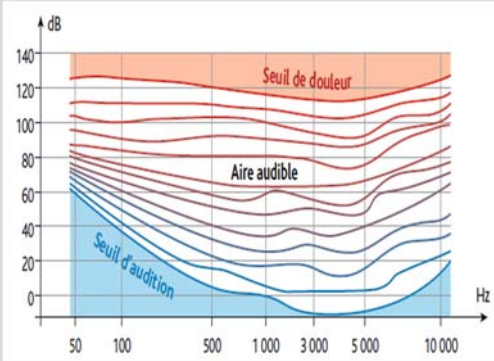


- ✂ Compléter le tableau :

Ecran
Réflexion	Oui Non	Oui Non

Exercices

Exercice 1 : QCM

	A	B	C
<p>Calibre 0,5 ms/div La période du son est :</p> 	4,5 ms	2,25 ms	5 ms
Un son de période 5 ms est	Aigu	Grave	Inaudible
La hauteur d'un son :	Indique si un son est « fort » ou « faible »	Indique si un son est aigu ou grave	Est directement liée à sa fréquence
Un sonomètre	Permet de savoir si un son est « fort » ou « faible »	Mesure une intensité sonore	Exprime une mesure en décibel (dB)
Un son se propage	Dans le vide	Plus vite dans les gaz que dans les solides	A une vitesse de 340 m.s^{-1} dans l'air à 20°C
Un son d'intensité sonore $I = 10^{-6} \text{ W.m}^{-2}$ a un niveau sonore de	100 dB	10 dB	60 dB
<p>Le schéma ci-dessous :</p> 	Permet de déterminer la fréquence d'un son	Permet de déterminer la hauteur d'un son	Permet de déterminer si un son est audible

Exercice 2 : Conversion d'unités

1. Convertir les valeurs suivantes en secondes :

$$45 \text{ ms} = \dots\dots\dots$$

$$6,4.10^2 \text{ ms} = \dots\dots\dots$$

$$0,33 \text{ ms} = \dots\dots\dots$$

$$4,0.10^{-2} \text{ ms} = \dots\dots\dots$$

2. Convertir les valeurs suivantes en ms :

$$12,7 \text{ s} = \dots\dots\dots$$

$$0,08.10^5 \text{ s} = \dots\dots\dots$$

$$0,33 \text{ s} = \dots\dots\dots$$

$$4,0.10^{-2} \text{ s} = \dots\dots\dots$$

3. Convertir les valeurs suivantes en m.s^{-1} :

$$30 \text{ km.h}^{-1} = \dots\dots\dots$$

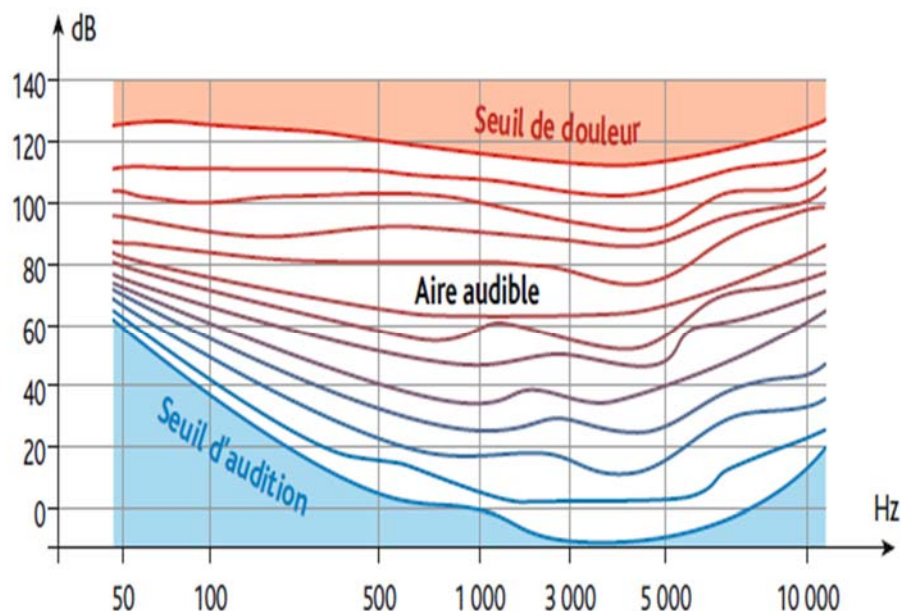
$$15 \text{ cm.s}^{-1} = \dots\dots\dots$$

$$36 \text{ cm.ms}^{-1} = \dots\dots\dots$$

Exercice 3 : Un lave-vaisselle bruyant ...

1. A 1000 Hz , quels sont les seuils d'audibilité et de douleur ?

2. Un son de fréquence 100 Hz et de niveau sonore 20 dB est-il audible ?



Le diagramme de Fletcher et Munson permet de déterminer si un son est audible.

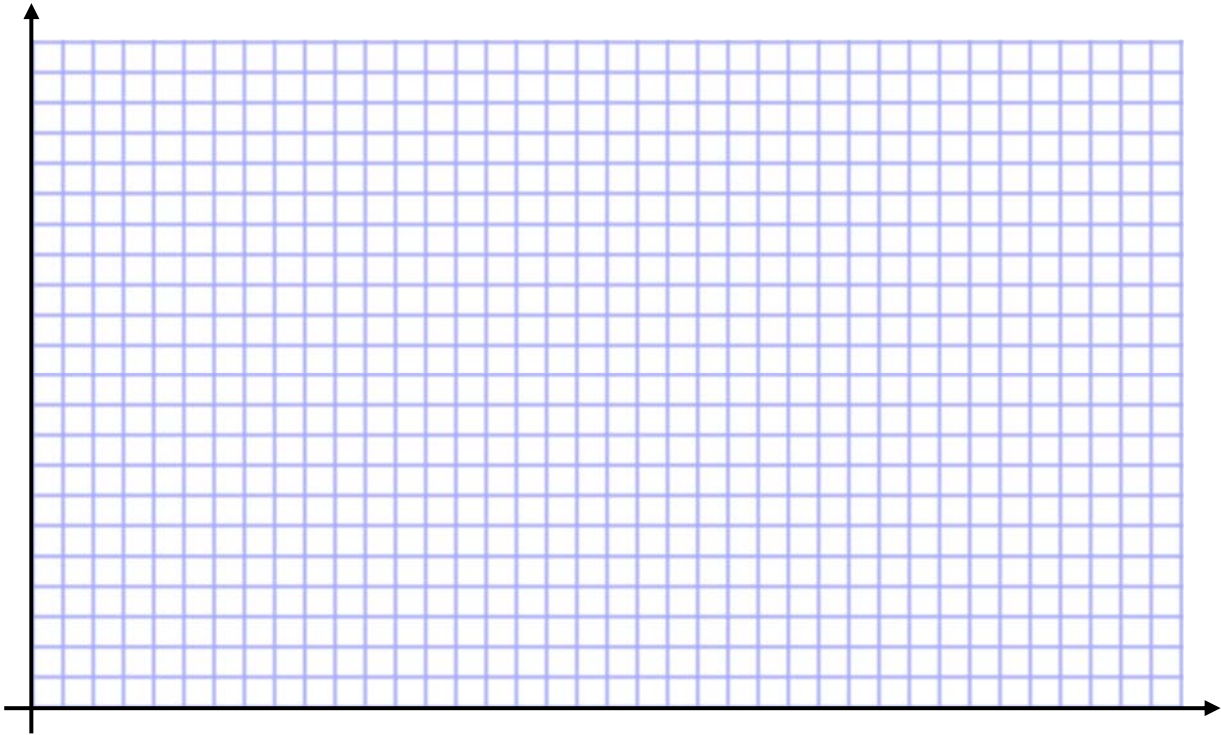
3. L'intensité sonore d'un lave-vaisselle est $I = 4.10^{-8} \text{ W.m}^{-2}$. Relever la plage de fréquence audible pour cette intensité.

Exercice 4 : Atténuation du son d'un haut-parleur

Un haut- parleur émet un signal sonore de fréquence 3 kHz . A l'aide d'un sonomètre, on mesure le niveau sonore L à différentes distances d de la source. On obtient le tableau de mesure suivant :

$L\text{ (dB)}$	60	57	54,5	52	50
$d\text{ (m)}$	0,5	0,75	1	1,25	1,5

1. Comment varie le niveau sonore L lorsque l'on s'éloigne de la source ?
2. Tracer la courbe L en fonction de d . L'évolution est-elle linéaire ?



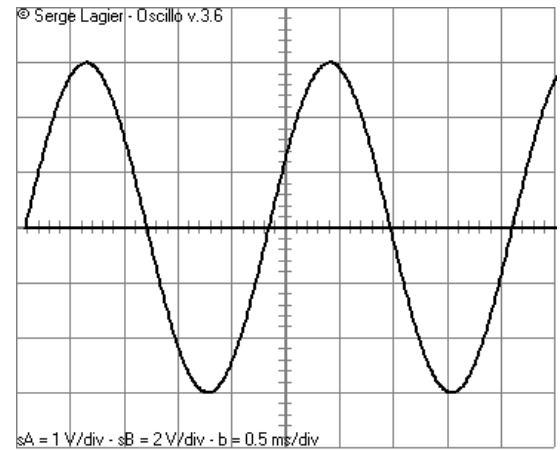
3. A quelle distance doit-on se trouver pour avoir une intensité sonore de 58 dB ?
4. Quel est le niveau sonore à 2 m de la source ?
5. Quel est le niveau sonore lorsque l'on est directement au contact du haut- parleur ?

Exercice 5 : Réglage d'un oscilloscope

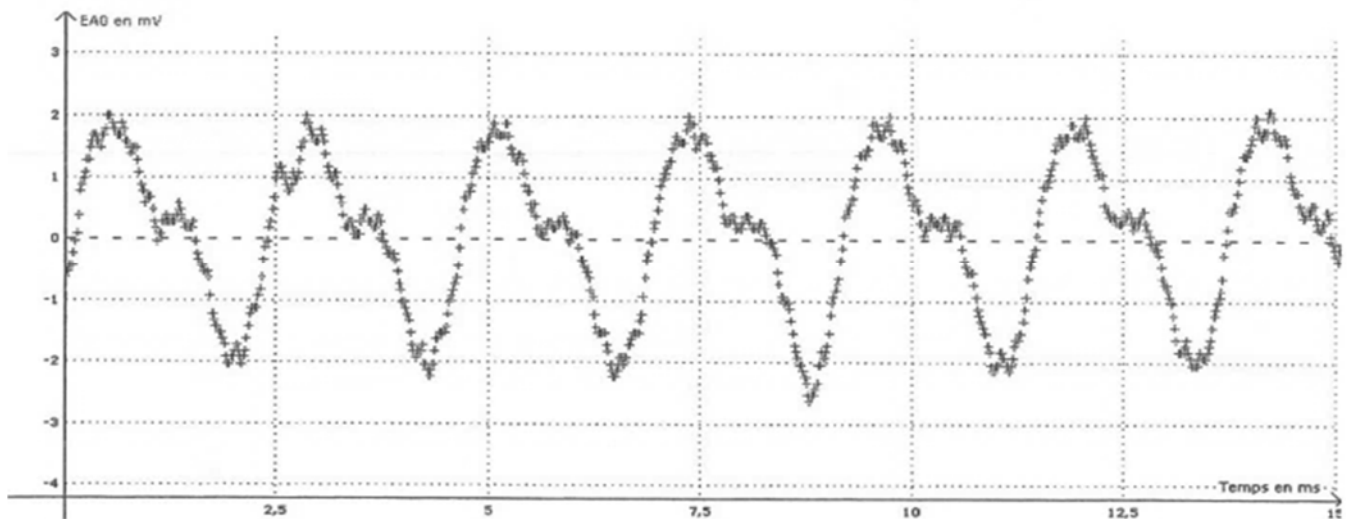
Réglage des calibres de l'oscilloscope :

- $0,5 \text{ ms/Div}$
- 2 V/Div

1. Rappeler la formule reliant la fréquence f à la période T d'un signal.
2. Déterminer la période T du signal
3. Déterminer la fréquence f du signal
4. Déterminer la tension crête à crête U_{cc}



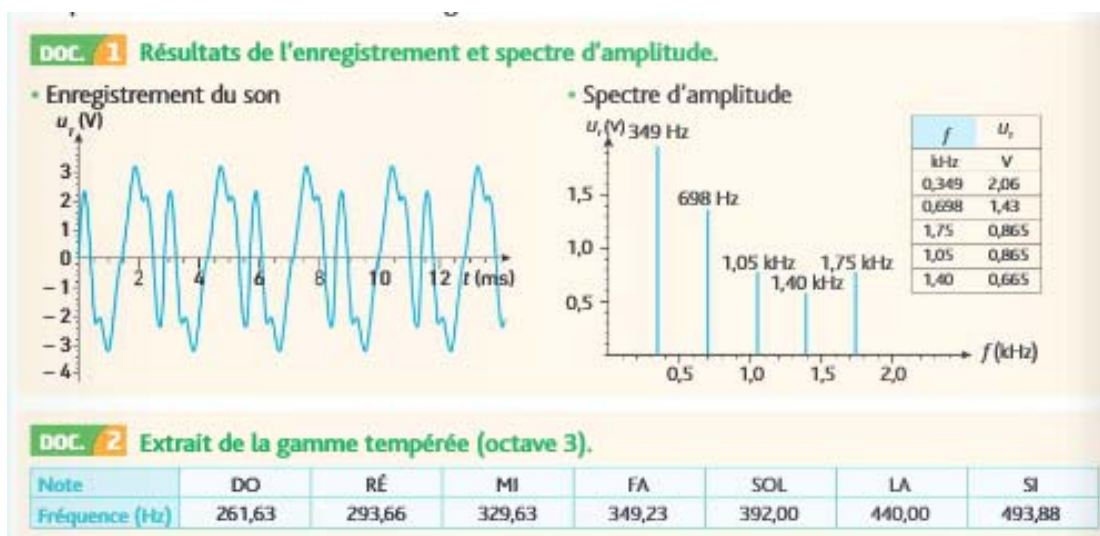
Exercice 5 : Signal périodique



Déterminer la période T et la fréquence f du signal

Exercice 6 : Enregistrement d'un son

A l'aide d'un logiciel adapté, une note émise par un instrument de musique a été enregistrée et son spectre d'amplitude établi. Le niveau sonore est de 77 dB



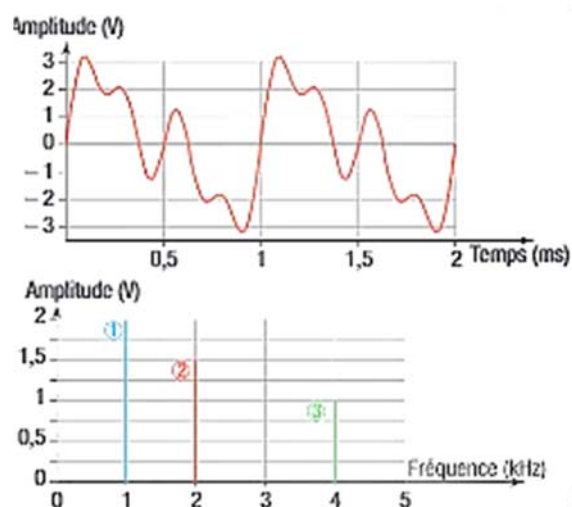
1. A l'aide de l'enregistrement, déterminer de quelle note il s'agit.
2. Le spectre d'amplitude peut-il correspondre au son enregistré ?
3. Calculer l'intensité du son émis par l'instrument de musique

Exercice 7 : Bruit des voitures

On a effectué l'enregistrement du bruit émis par une voiture

La mesure du niveau sonore indique 100 dB

1. Le son est-il pur ?
2. Déterminer la fréquence du fondamental.
3. Les fréquences des harmoniques sont-elles compatibles avec celle du fondamental ?
4. Calculer l'intensité acoustique
5. 3 voitures identiques se garent côte à côte, quel sera le niveau sonore ?



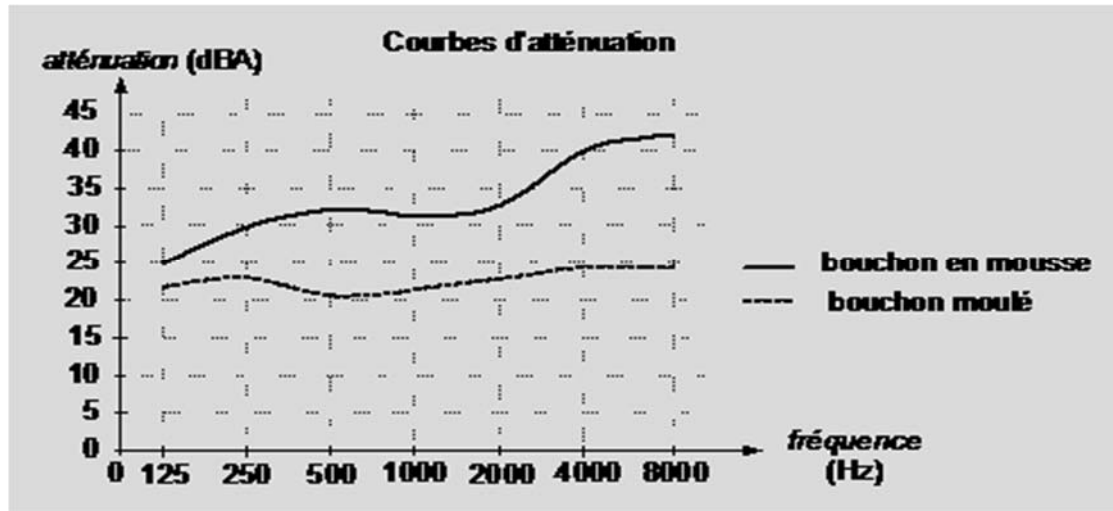
Exercice 8 : Protection contre le bruit

Depuis qu'il est en retraite Mr Noah s'est reconverti dans la musique. Soucieux de sa santé, il prend soin de ses oreilles quand il chante avec son groupe. Il voudrait acheter des bouchons d'oreille mais hésite encore dans son choix.

Document 1. Courbes d'atténuation

Un fabricant fournit les courbes d'atténuation correspondant aux deux types de bouchons. On représente ainsi la diminution du niveau sonore due au bouchon en fonction de la fréquence de l'onde qui le traverse.

On remarquera que plus l'atténuation est grande plus l'intensité sonore est faible.



Une pratique musicale régulière d'instruments tels que la batterie ou la guitare électrique nécessite une atténuation du niveau sonore. Cependant, cette atténuation ne doit pas être trop importante afin que le musicien entende suffisamment ; elle ne doit donc pas dépasser 25 dBA.

1. En utilisant le **document n°1**, indiquer pour chaque bouchon si le critère précédent a été respecté.

.....

.....

.....

.....

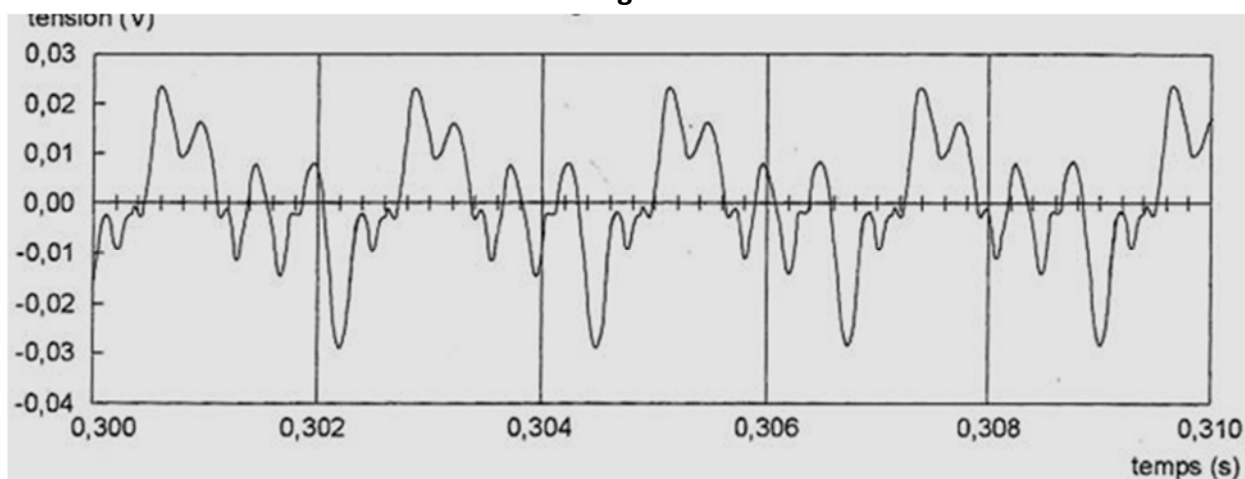
2. En utilisant la courbe d'atténuation du **document n°1**, indiquer si un bouchon en mousse atténue davantage les sons aigus ou les sons graves.

.....

.....

Mr NOAH a enregistré le son de sa guitare sur son ordinateur :

Document 2 : Enregistrement d'un son



3. Déterminer la période et la fréquence de ce son.

.....

.....

On s'intéresse maintenant aux caractéristiques de l'oreille quant à ses capacités à discerner la hauteur de deux sons, ainsi que la différence de niveau sonore entre deux sons.

Document 3. Niveau sonore

On rappelle que l'intensité d'un son notée I est caractérisée par son niveau sonore noté L . la relation qui relie ces deux paramètres est la suivante : $L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$

Où I_0 est une intensité de référence à savoir l'intensité minimale que peut détecter une oreille humaine normale. On donne : $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$. Le niveau sonore L d'un son est donc en quelque sorte une comparaison par rapport à la référence I_0 .

On considère un son dont l'intensité $I = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$.

4. Calculer le niveau sonore correspondant.

.....

.....

Aujourd'hui c'est répétition chez Mr Noah.

Un sonomètre placé à 5 m du guitariste jouant seul indique un niveau sonore de 62 dB. Des mesures similaires sont mesurées pour le batteur seul, pour le joueur de clavier seul et pour le chanteur seul (Mr Noah).

5. Choisir, en justifiant, la bonne réponse, le niveau sonore mesuré lorsqu'ils jouent tous les quatre ensemble. Le niveau sonore total L_{tot} vaut : 63 dB, 66 dB, 68 dB ou 248 dB.

.....

.....