



Chapitre A2 – Ondes sonores



Se positionner

- 1 . Un son peut se propager :
① dans l'air ② dans l'eau ③ dans un métal ④ dans le vide
- 2 . En admettant que le son se propage aussi dans l'eau, la célérité est
① plus grande dans l'air que dans l'eau
② plus grande dans l'eau que dans l'air
③ la même dans l'air et dans l'eau
- 3 . Si la fréquence d'un son augmente, on entend :
① plus fort ② moins fort ③ plus aigu ④ plus grave
- 4 . Si l'amplitude d'un son augmente, on entend :
① plus fort ② moins fort ③ plus aigu ④ plus grave
- 5 . Les ultrasons sont des sons que l'oreille humaine ne peut pas entendre. Leur fréquence est :
① supérieure à 20 Hz ② inférieure à 20 Hz
③ supérieure à 20 kHz ④ inférieure à 20 kHz

Activité 1 – Comment la membrane d'un haut-parleur vibre-t-elle ?

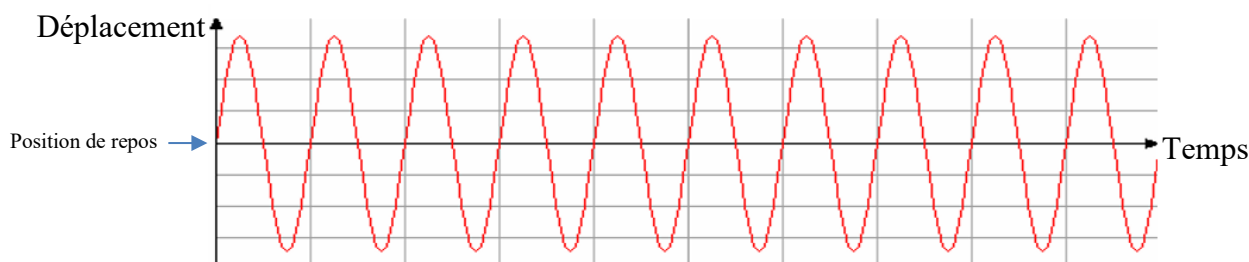
Le son étant une **onde mécanique**, il est produit par une vibration d'un petit objet. Ce peut être une corde (instruments « à cordes »), une membrane (haut-parleur), de l'air (instrument « à vent »)...

Pour décrire cette vibration, on utilise deux notions importantes : la fréquence et l'amplitude.

Pour comprendre ces 2 notions, on utilise  **simulaSON**, qui simule la membrane d'un haut-parleur.

1. Lancer **SimulaSON**. Cacher les particules grâce au bouton . Régler la fréquence à la valeur 1,5 Hz et cliquez sur « Démarrer le vibreur ». **Mesurer** la valeur de la période du mouvement périodique à l'aide d'un chronomètre, puis **vérifier** par un calcul que la relation $T = \frac{1}{f}$ est vérifiée.

2. Indiquer la grandeur à modifier pour que la vibration se fasse « plus vite ».
3. En utilisant le simulateur, proposer une définition de la grandeur « amplitude de vibration ».
4. On peut tracer, dans le cas d'une vibration sinusoïdale, le déplacement de la membrane en fonction du temps. Indiquer sur cette représentation l'amplitude et la période.



Lire les § A et B du modèle

**Activité 2 – De la vibration à la perception...**

On dispose des enregistrements de trois sons, nommés **son1**, **son2**, **son3**.

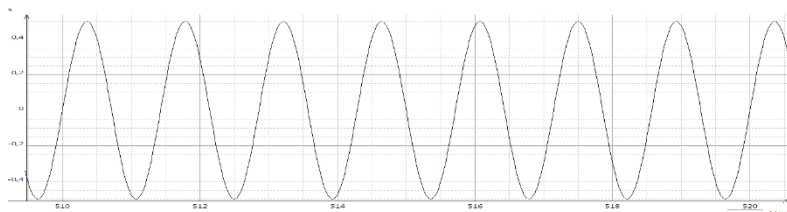
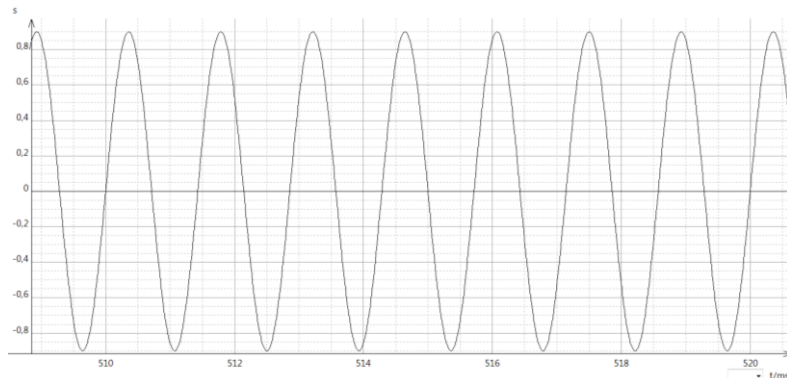
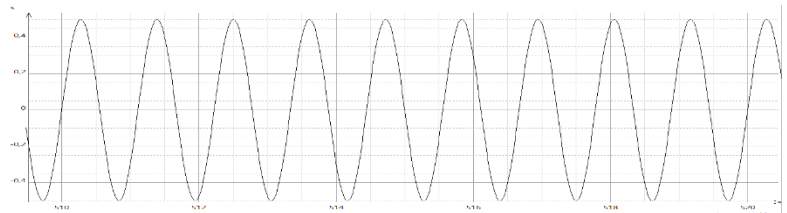
Écouter attentivement les enregistrements de trois sons différents généré par un logiciel.

Répondre aux questions 1 et 2 en cochant une case par ligne dans le tableau ci-dessous.

1. Quel son paraît le plus aigu ? (cocher une case dans la ligne correspondant du tableau ci-dessous)
2. Quel son paraît le plus fort ? (cocher une case dans la ligne correspondant du tableau ci-dessous)

	Son 1	Son 2	Son 3
1. Son le plus aigu			
2. Son le plus fort			
3. Fréquence la plus grande			
4. Amplitude la plus grande			

On observe maintenant les 3 enregistrements.

Son 1 :**Son 2 :****Son 3 :**

3. Indiquer l'enregistrement ayant la fréquence la plus grande et compléter la 3e ligne du tableau.
4. Indiquer l'enregistrement ayant l'amplitude la plus grande et compléter la 4e ligne du tableau.
5. Dédire du tableau la grandeur physique liée à la hauteur d'un son (son caractère aigu/grave) en complétant la phrase suivante : *Un son est d'autant plus que sa est élevée.*
6. Dédire du tableau la grandeur physique liée à l'intensité acoustique (son caractère fort/faible) en complétant la phrase suivante : *Un son est d'autant plus que son est grande.*

Après validation par le professeur compléter le § C du modèle



Activité 3 – Quelle est cette note ?

Les sons audibles ayant des fréquences supérieures à 20 Hz, on ne peut mesurer la période (et donc calculer la fréquence) à l'œil nu (la vibration est trop rapide).

On peut par contre utiliser des outils numériques qui enregistrent le son, le convertissent en tension électrique. C'est le cas de L'application *Phyphox*.

- Ouvrir l'application
- Choisir *Mesure du son*
- Pour enregistrer un son, appuyer sur  puis sur  pour arrêter l'enregistrement.
- Cliquer sur le graphique une fois l'enregistrement fait.
- Mesurer alors la période du son à l'aide de l'outil « détail d'une mesure »



Acoustique

-  **Autocorrélation Audio**
Mesurer la fréquence d'une note uni...
-  **Effet Doppler**
Détection des petits décalages de fréq...
-  **Générateur de son**
Crée un son à une fréquence précise
-  **Historique des fréquences**
Mesure la variation de la fréquence e...
-  **Intensité sonore**
Mesure l'intensité d'un son.
-  **Mesure du son**
Affiche les données audio enregistrée...
-  **Sonar**
Mesure une distance en utilisant l'éc...
-  **Spectre Audio**
Affiche le spectre fréquentiel d'un si...

 **Détail d'une mesure**

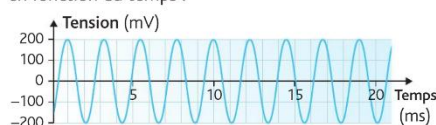
1. Calculer la fréquence du son joué par le diapason (instrument qui donne un son de référence et qui permet d'accorder les instrument).
2. En utilisant le tableau ci-dessous, indiquer la note jouée par le professeur à la flûte.

Le document ci-dessous donne les fréquences des notes de la gamme dite tempérée

Note jouée	Ré ₂	Mi ₂	Fa ₂	Sol ₂	La ₂	Si ₃	Do ₃	Ré ₃	Mi ₃	Fa ₃	Sol ₃	La ₃	Si ₃	Do ₄
Fréquence (Hz)	146,9	164,8	174,6	196,0	220,0	246,9	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9	523,2

Pour s'entraîner : analyse d'un signal sonore

On a représenté ci-dessous l'évolution d'une onde sonore en fonction du temps :



1. Déterminer l'amplitude de cette onde.
2. Calculer sa période en utilisant la méthode la plus précise. En déduire la fréquence de l'onde.
3. Ce son est-il un son audible, un ultrason ou un infrason ?



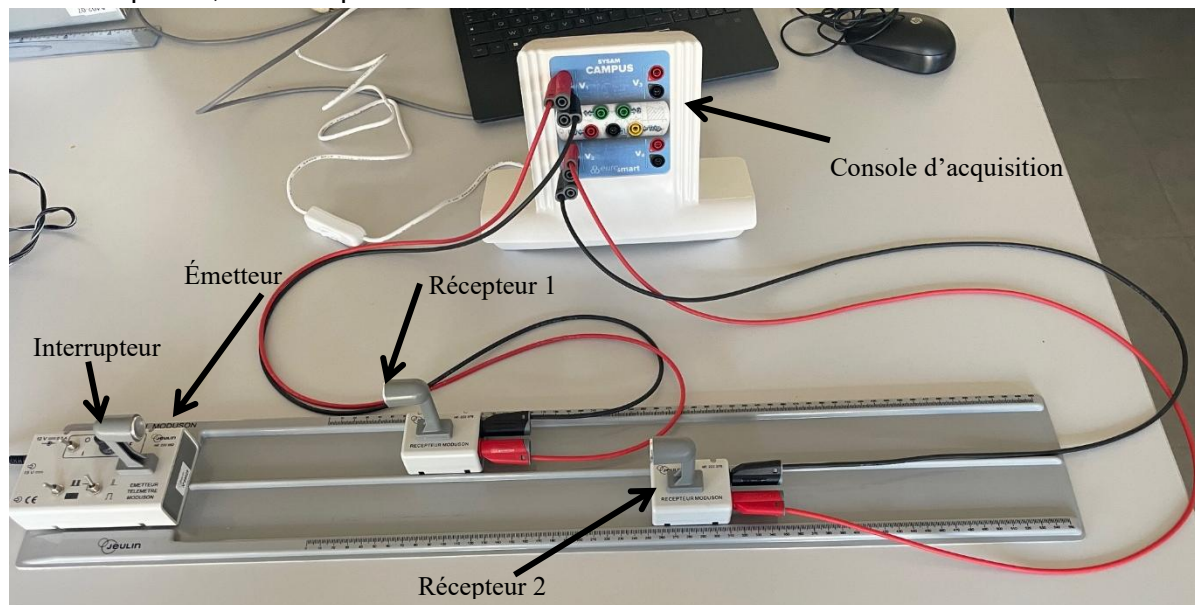
Activité 4 – Déterminer la vitesse du son sans voir le son...

A- Dans l'air

Dans le cas d'un signal sonore ou ultrasonore, un récepteur peut délivrer une tension électrique s'il « perçoit » un signal. Ces récepteurs peuvent être des microphones ou des récepteurs ultrasonores.

Présentation du matériel : On dispose d'un émetteur et de deux récepteurs, qu'il est possible de brancher aux bornes d'une console d'acquisition connectée à un ordinateur. Cette console permet d'enregistrer les signaux électriques des récepteurs. Le récepteur d'ultrason fonctionne sur le principe du micro : il transforme l'onde ultrasonore reçue en un signal électrique.

Le logiciel *Mesures électriques* permet d'enregistrer, pendant une durée donnée les signaux reçus par les récepteurs. On fait démarrer l'enregistrement lorsque le premier récepteur reçoit un signal. Le deuxième récepteur va recevoir ce signal plus tard (retard noté Δt). Si on peut **mesurer** ce retard et la distance entre les deux récepteurs, alors on peut **calculer** la célérité du son dans l'air.

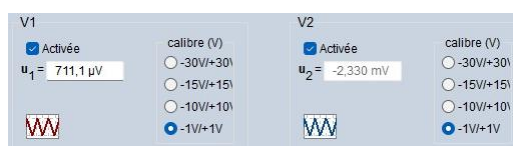


Le protocole

Réaliser tous les branchements et disposer les différents éléments comme sur la photo ci-dessus. Vérifier que la console d'acquisition est branchée, que le câble USB est branché à la console ET à l'ordinateur (sur le port à gauche de l'ordinateur), que l'émetteur est également branché et en position 0.

Lancer le logiciel *Mesures Électriques*, choisir **SYSAM CAMPUS** puis valider.

Réglages du logiciel *Mesures électriques* indiqués ci-dessous



Entrées V1 et V2 activées (calibre -1V/+1V voir ci-contre)

Paramètres temporels (voir ci-contre) :

Durée d'acquisition : 5,00 ms

Nombre de points : 2101 points

Déclenchement sur seuil (on règle la console de façon à ce que l'enregistrement commence quand la tension sur l'entrée 1 dépasse 0,1 V. Le pré-trig à 25% permet d'afficher sur 25% de l'écran ce qui se passe avant le déclenchement.

Si on le bascule en position 1, l'interrupteur de l'émetteur permet d'émettre un signal.

1. Une fois les réglages effectués, lancer l'acquisition en appuyant sur **Démarrer l'acquisition**. Basculer l'interrupteur de l'émetteur en position 1 : l'acquisition devrait alors apparaître à l'écran.
2. Grâce aux outils de mesure disponibles (cliquer sur , voir notice), mesurer la durée Δt entre l'arrivée du son au récepteur 1 et l'arrivée du son au récepteur 2.
3. Mesurer la distance choisie entre le récepteur 1 et le récepteur 2 : $d = \dots\dots\dots$
4. Calculer la célérité des ultrasons.

Appeler le professeur pour faire vérifier votre mesure et votre calcul.

5. En changeant la distance entre le récepteur 1 et le récepteur 2, refaire 4 mesures et 4 calculs puis compléter le tableau fourni par le professeur.

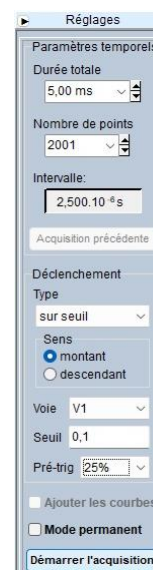




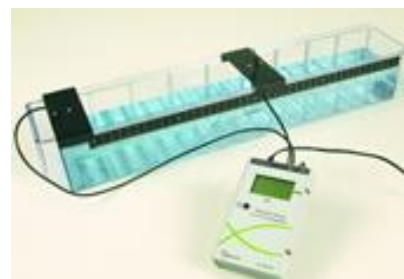
Tableau pour l'activité 4

	Distance d entre les 2 récepteurs (mesure)	Durée Δt (mesure)	Célérité (calcul)
1			
2			
3			
4			
5			
			Moyenne :

B- Dans l'eau

Pour déterminer la célérité du son dans l'eau on peut utiliser le montage à immersion (photo ci-contre). Le montage se compose d'un émetteur et d'un récepteur à ultrasons ainsi que d'un boîtier affichant l'intervalle de temps Δt entre l'émission du signal et sa réception.

- Vérifier d'abord par une unique mesure dans l'air qu'on retrouve bien approximativement la valeur de la célérité du son dans l'air.
- Remplir la cuve d'eau et faire une détermination de la célérité du son dans l'eau. Conclure au sujet de la question 2 du quiz de positionnement.





Activité 5 – Et si on s'éloigne de la source ?

1. Quand on s'éloigne lentement d'une source sonore, comment évolue notre perception auditive ?

Pour interpréter cette observation il faut comprendre que ce que récupère notre tympan est une petite partie de toute la puissance acoustique (l'énergie par unité de temps) émise par la source.

Au cours de la propagation, la puissance est répartie tout autour de la source sur une sphère de plus en plus grande. Notre tympan (dans l'oreille) récupère donc bien une portion de plus en plus petite de cette puissance si on s'éloigne.

On définit l'intensité acoustique (qui est liée à notre sensation fort/faible) par la relation suivante :

$$I = \frac{P_0}{4\pi r^2}$$

où : P_0 est la puissance en watt (W)

r est le rayon de la sphère en mètre (m) et donc la distance qui sépare le récepteur de la source.

2. Mathématiquement, comment évolue I si r augmente ? En déduire que cette relation permet de rendre compte de l'observation indiquée à la question 1.
3. On ne peut pas entendre une intensité acoustique inférieure à $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Calculer la puissance d'une source qu'on cesse d'entendre à 1 mètre.

