



BUT : Faire la distinction en son et bruit – savoir comment un son est produit et quel est son mode de propagation – mesurer la vitesse d'un son dans l'air et la comparer avec des vitesses connues.

COMPETENCES :

Extraire et organiser l'information – Mobiliser et organiser ses connaissances. (APP)

Mettre en œuvre un protocole – Utiliser le matériel de manière adaptée (REA)

Interpréter des observations – confronter un modèle à des résultats expérimentaux. (VAL)

APP	REA	VAL
-----	-----	-----

Pour faire des mesures à la maison ou n'importe où ailleurs !

Le Smartphone est un outil précieux pour toutes sortes de mesures physiques grâce aux nombreux capteurs qu'il contient.

En particulier, il peut permettre de mesurer des sons ou de voir des signaux sonores, et même démarrer un chronomètre grâce à l'émission d'un bruit.

Pour que le Smartphone devienne un appareil de mesures, il faut télécharger l'application entièrement gratuite **Phyphox** sur Play store ou Appel store.

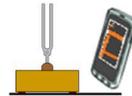
Pour ce travail, on utilisera les outils suivants :

- le micro pour mesure des sons : Mesure du son
Affiche les données audio enregistrées.
- le chronomètre sonore : Chronomètre sonore
Chronomètre le temps entre deux sons.



1. Production d'un son

1.1. Créer une vibration



Si on n'a pas de diapason à la maison, on peut utiliser un verre à pied pour produire un son.

Matériel : un verre à pied (verre large et aux bords fins de préférence), une petite cuillère métallique, un peu d'eau, un smartphone (Phyphox) et l'outil Mesure du son



L'outil « Mesure du son » de Phyphox permet d'observer les signaux sonores obtenus.

- * Verser un peu d'eau dans un verre à pied.
- * Placer le Smartphone près du verre et démarrer la « Mesure du son » :
- * Tremper l'index dans l'eau et, en tenant le verre par le pied avec l'autre main, faire tourner l'index sur le bord du verre à une vitesse suffisante en exerçant une légère pression, jusqu'à entendre un son.

Observer simultanément la mesure enregistrée par Phyphox lors de l'émission d'un son clair.



Voir la vidéo de l'expérience et tenter de la reproduire en cas de difficultés : <https://www.youtube.com/watch?v=gCCdXdhfCEM>

- 1.1.1. Comment peut-on produire un son ?
- 1.1.2. Quelle est la particularité de la courbe obtenue lorsque le son est agréable à l'oreille ?

* Changer la quantité d'eau et recommencer l'expérience.

- 1.1.3. Qu'est-ce qui est modifié à l'oreille ?
- 1.1.4. En dehors de la forme du signal, qu'est-ce qui est modifié sur l'écran du Smartphone ?

1.2. Distinguer un son d'un bruit

* Toujours avec le Smartphone près du verre, démarrer la « Mesure du son » et frapper le verre avec une petite cuillère.

Observer simultanément la mesure enregistrée par Phyphox.

* Frapper la table avec la petite cuillère.

Observer simultanément la mesure enregistrée par Phyphox.



Voir la vidéo de l'expérience et tenter de la reproduire en cas de difficultés : <https://www.youtube.com/watch?v=ahlLMJ29TgU>

1.2.1. Quelle est la caractéristique du signal obtenu avec le verre comparée à celui obtenu en frappant la table ?

1.2.2. Que peut-on dire du signal sonore correspondant à un son ?

2. Montrer la propagation du son dans l'air

Télécharger le fichier son disponible ou utiliser un morceau déjà enregistré sur le Smartphone : https://www.youtube.com/audiolibrary_download?vid=eebd6d529efdde9b

Placer le haut-parleur du Smartphone au niveau (**pas trop près !**) de la flamme d'une bougie et lancer la musique.



Voir la vidéo de l'expérience et tenter de la reproduire en cas de difficultés : <https://www.youtube.com/watch?v=7c9ECPATDIQ>

- 2.1. Qu'observe-t-on ? De l'air sort-il du Smartphone ?
- 2.2. Pourquoi peut-on affirmer que c'est bien le son émis par le Smartphone qui fait bouger la flamme ?

3. Mesure de la vitesse du son dans l'air

3.1. Une expérience historique

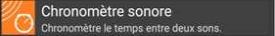
En 1822, sur ordre du Bureau des longitudes, François Arago et Gaspard de Prony sont chargés de déterminer la vitesse de propagation du son dans l'air. Ils décident d'utiliser des tirs croisés de canon entre Villejuif et Montlhéry (les deux lieux sont distants de 18 612 m). La mesure consiste à déterminer la durée s'écoulant entre la perception de la lumière émise lors du tir du canon (considérée comme instantanée) et la perception de la détonation due au tir. Les expériences ont lieu dans les nuits du 21 et 22 juin 1822. Des chronomètres précis sont utilisés. Les résultats donnent une durée de 54,6 s.



- 3.1. Rappeler la relation entre distance durée et vitesse.
- 3.2. En déduire la valeur de la vitesse du son obtenue par Arago et Prony.

3.2. Une expérience partagée mais confinée

Comment refaire cette expérience à la maison et avec deux Smartphones ?

Matériel : Pour cette expérience, il faudra utiliser 2 smartphones (ou tablettes tactiles) avec Phyphox et l'outil  et un décimètre ou un mètre à ruban (de 5m si possible).

- ⓘ Se faire assister d'un membre de sa famille après avoir lu toutes les consignes qui suivent de ce paragraphe !

Il faut être capable d'expliquer la marche à suivre à son collaborateur.

a) Prise en main et réglages préalables.

Il faut vérifier le fonctionnement du chronomètre sonore sur chaque appareil.

Après avoir démarré le chronomètre sonore, lire les consignes sur l'écran d'accueil. Mettre en service le chrono avec la touche .

 Le chronomètre **ne doit pas démarrer !** Si le chronomètre démarre à cause du bruit ambiant, régler le **seuil** à une valeur légèrement plus élevée.

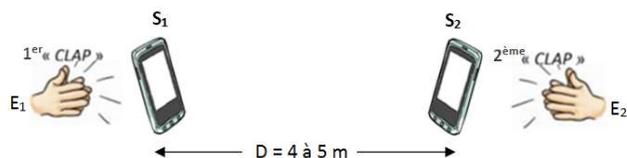
Appuyer sur **Remise à zéro** et mettre de nouveau en service le chrono avec la touche .

-  ✖ Produire un 1^{er} son bref (claquement de mains par exemple) à proximité du smartphone : le chrono doit démarrer.
- ✖ Produire un 2^{ème} son bref : le chronomètre doit s'arrêter. 
- ✖ Refaire une vérification et baisser éventuellement le seuil si le démarrage (ou l'arrêt) n'est pas effectif pour chaque CLAP, même à une distance d'environ 5 m.

b) Mesures

- ✖ Placer les 2 téléphones écartés d'une distance D mesurée le plus précisément possible (avec un décimètre ou mètre à ruban). Placer des repères et faire des reports de mesures si l'appareil de mesure est trop court.
- ✖ Chaque expérimentateur se place derrière un Smartphone.
- ✖ Appuyer sur **Remise à zéro** et mettre en route chaque chrono avec la touche .
- ✖ L'expérimentateur E₁ tape dans ses mains, près de S₁. Les deux chronomètres démarrent de façons décalées. L'expérimentateur E₂ tape ensuite dans ses mains pour arrêter les deux chronomètres.

Le smartphone S₂ affiche alors la date t₂, et le smartphone S₁ affiche la date t₁.



On peut vérifier que t₁ > t₂ puisque S₂ s'est arrêté avant S₁.

-  Entrer les valeurs obtenues dans la fiche Framacalc mise à disposition et permettant de partager les mesures avec tous les autres expérimentateurs. La valeur de la vitesse du son s'affiche : <https://lite.framacalc.org/9gmx-trfs7r6152>

 Si les résultats donnent une valeur de vitesse proche de la valeur attendue (environ 340 m·s⁻¹) à moins de 100 m/s d'écart, le résultat est considéré acceptable : Ok 😊 !

 Si les résultats donnent une valeur de vitesse qui est trop loin de la valeur attendue, le résultat est considéré non acceptable, il faut remplacer les mesures dans la feuille de calcul en ligne après avoir, soit :

- **vérifié la saisie des mesures** : erreur de lecture, d'unité (D en mètre et les dates en seconde), erreur d'identification de t₁ et t₂, erreur de recopiage (place de chiffres significatifs dans les décimales des mesures de dates en seconde) ...
- **recommencé l'expérience** et vérifier la précision de la mesure de la distance D.

 En bas de la feuille de calcul <https://lite.framacalc.org/9gmx-trfs7r6152>, retenir la valeur de la vitesse moyenne qui s'affiche en bas du tableau pour l'ensemble des expérimentateurs.

3.3. Analyse de la méthode

- ✎ 3.3.1. Quelle est la distance parcourue par le son lorsque le 1^{er} CLAP atteint S₂ ? Quelle est la distance parcourue par le son lorsque le 2^{ème} CLAP atteint S₁ ?
- ✎ 3.3.2. En déduire quelle distance a parcouru le son pendant la durée t₁ - t₂ ?
- ✎ 3.3.3. Ecrire alors le principe du calcul effectué par le tableau pour obtenir la célérité du son pour chaque expérience.

✎ 3.3.4. Proposer des explications aux écarts éventuellement obtenus avec la valeur attendue 340 m·s⁻¹.

✎ 3.3.5. Quel est l'intérêt d'avoir partagé les résultats avec les autres expérimentateurs ?

3.4. Prolongement : Incertitudes de mesures

Les conditions et les méthodes de cette expérience déterminent l'incertitude.

 Voir la capsule vidéo : <https://youtu.be/PfKFiiYXkYc>

✎ 3.4.1. L'incertitude de mesure de la vitesse du son lors de cette expérience collective est-elle de type A ou de type B ?

Le principe du calcul d'incertitudes sur la mesure est expliqué en page 299 du livre.

 <https://mesmanuels.fr/feuilleter/9782016262689>

 La moyenne des mesures, l'écart type ainsi que le nombre de mesures prises en compte sont données dans la feuille de calcul Framacalc : <https://lite.framacalc.org/9gmx-trfs7r6152>

✎ 3.4.2. Connaissant la moyenne et l'écart type pour le nombre de mesures prises en compte, calculer l'incertitude sur la mesure de la vitesse obtenue : u(v)

✎ 3.4.3. Proposer un encadrement du résultat et comparer à la valeur théorique attendue.

✎ 3.4.4. Porter un regard critique sur l'expérience collective en quelques mots, le résultat attendu pouvant être estimé compris entre 343 et 346 m/s