

Doc. 1 : Vitesse du son dans différents milieux

La vitesse du son dépende du milieu de propagation de l'onde sonore.

Voici quelques valeurs de référence :

Vitesse du son dans l'air à 25°C : 340 m.s^{-1}

Vitesse du son dans l'eau : de l'ordre de 1500 m.s^{-1}

Doc. 2 : Détermination historique de la vitesse de propagation du son dans l'eau à Genève.

Daniel Colladon est à l'origine de ces travaux ; il fit ses études au début du XIX^{ème}, à ce qui était encore l'Académie de Genève. Quelques années plus tard, professeur de physique dans cette même Académie, il entreprit sur le lac Léman, nous sommes en 1826, une série d'expériences ayant pour but de déterminer la vitesse de propagation du son dans l'eau.

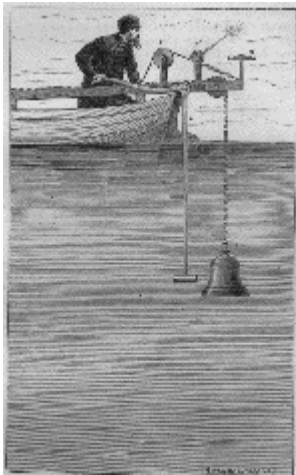


Figure 1 : Dispositif qui permet l'émission des signaux acoustique et visuel.

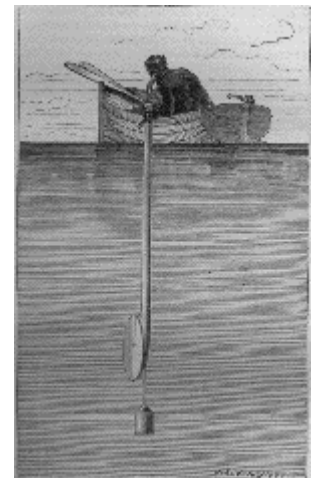
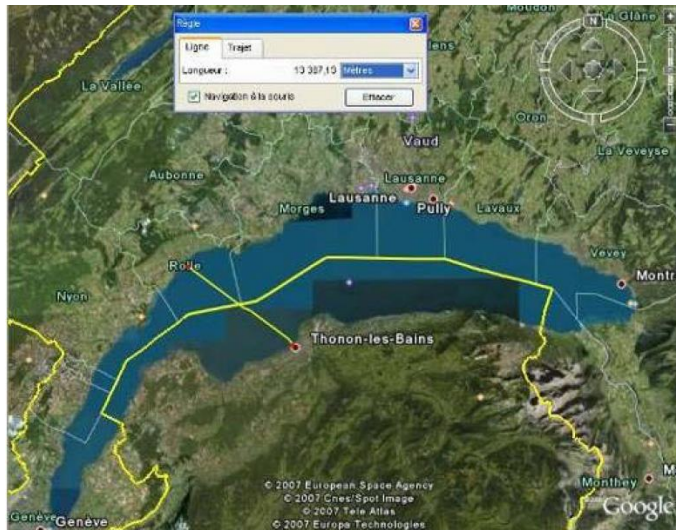


Figure 2 : Colladon après avoir enclenché son chronomètre se met à l'écoute du signal acoustique.

À quelque deux cents mètres au large de Rolle, un assistant se tenait dans une barque, à laquelle était suspendue une cloche. Le rôle de cet assistant était d'actionner un long manche terminé par un marteau. Ce marteau permettait de frapper sur une cloche immergée au bout d'une chaîne (Figure 1). Colladon, lui, se tenait à équidistance de la côte mais du côté français, au large de Thonon. Dès qu'il percevait un signal lumineux à l'horizon, il enclenchait un chronomètre et se mettait à l'écoute du stimulus.

Dans un premier temps en plongeant la tête directement dans l'eau puis, après avoir perfectionné le système, à l'aide d'un cornet dont l'embouchure immergée était fermée par une membrane en tôle (Figure 2). À l'instant où il entendait le signal acoustique, Colladon déclenchait son chronomètre. La rotondité de la planète interdisait aux expérimentateurs de biaiser les résultats en anticipant le départ du stimulus. La courbure de la terre entre ces deux rives, éloignées entre elles de 13 887 mètres, leur interdisait de se voir. Colladon ne pouvait présager du moment où son collègue allait donner le signal. Les résultats enregistrés au moyen de ce dispositif et ses calculs mènent Colladon à la conclusion suivante : "La moyenne de plusieurs expériences donna 9 secondes 1/10, pour le temps de propagation sous l'eau. Dans l'air, le son eût mis 40 secondes 14/100. La vitesse du son dans l'eau pure, à la température de +8°, fut déterminée à 1435 mètres par seconde, au lieu de 336 mètres dans l'air à +8 degrés" (Source : Figuier, 1884, pp. 82).

A. Introduction historique

A l'aide d'un calcul, retrouver les résultats obtenus historiquement pour la vitesse de propagation du son dans l'eau et dans l'air.

B. Détermination expérimentale de la vitesse du son à l'aide d'un smartphone

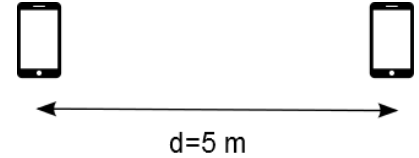
Cette mesure nécessite l'utilisation de 2 appareils possédant l'application et un décimètre.



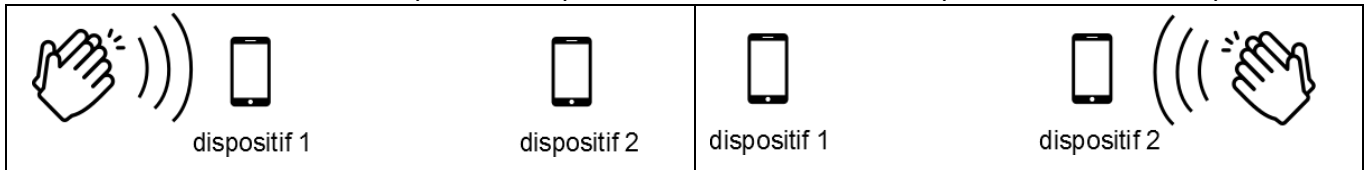
1. Expérience

App « *Phyphox* » gratuite à télécharger !

- Ouvrir l'application et sélectionner « Chronomètre sonore » dans le menu d'accueil.
- Ajuster le bruit de fond (« Seuil »). Pour cela mettre en marche l'application. Si le chronomètre ne se met pas en route, le bruit de fond est bien calibré. Au contraire, s'il se déclenche, augmenter la valeur du bruit de fond jusqu'à ce qu'il ne se déclenche plus.
- Placer les 2 téléphones à une distance d l'un de l'autre (mesurer précisément avec le décimètre, on prendra $d \approx 5,00$ m).



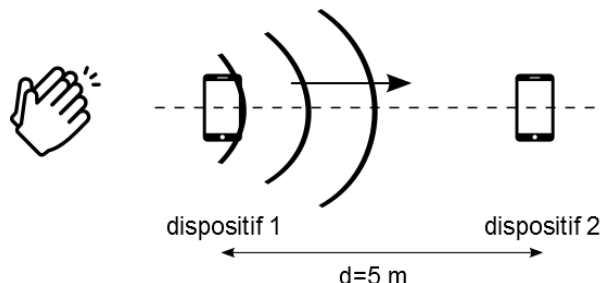
- Mettre à zéro le chronomètre de chaque téléphone. Clapper des mains une seule fois à proximité du premier téléphone puis une deuxième fois à proximité du second téléphone. Le chronomètre se déclenche instantanément au premier clap et s'arrête sur le deuxième pour chacun des téléphones.



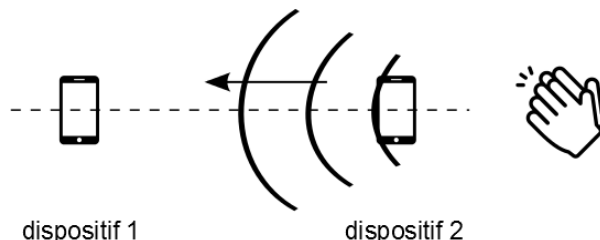
- Noter les valeurs du temps pour chacun des chronomètres des deux dispositifs :
Temps affiché par le dispositif 1 : $t_1 = \dots\dots\dots$ Temps affiché par le dispositif 2 : $t_2 = \dots\dots\dots$

2. Explication de la méthode

Lors du premier clap, le son émis déclenche le premier dispositif lorsqu'il arrive à sa hauteur. Puis, le son se propage à la vitesse v jusqu'au deuxième dispositif et le déclenche à son tour mais avec un retard τ par rapport au premier qui dépend de la vitesse de propagation du son.



Lors du deuxième clap, le son émis arrête le chronomètre du second dispositif lorsqu'il arrive à sa hauteur. Puis le son se propage à la vitesse v jusqu'au premier dispositif et l'arrête à son tour mais de nouveau avec un retard τ par rapport au deuxième dispositif. Le retard est le même car le son parcourt la même distance d .



La différence entre les deux temps t_1 et t_2 mesurés par les deux chronomètres correspond donc au cumul des 2 retards τ .

On a alors $2 \cdot \tau = t_1 - t_2$ et on peut calculer la vitesse :
$$v = \frac{d}{\tau} = \frac{d}{\frac{t_1 - t_2}{2}} = 2 \times \frac{d}{t_1 - t_2}$$

3. Mesures expérimentales

Déterminer la vitesse v du son par cette méthode plusieurs fois de suite.

	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Exp 6
d (en m)	5,00					
t_1 (en s)						
t_2 (en s)						
v (en m.s ⁻¹)						

4. Exploitation des résultats

1) Commenter les valeurs de vitesse trouvée. Vous satisfont-elles ?

2) Exprimer la valeur de la vitesse mesurée sous la forme : $v = \text{valeur moyenne} \pm U(v)$

Aide : calculer $U(v)$ en utilisant la fiche méthode et le mode statistique de sa calculatrice.

3) La valeur théorique de la vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'air se trouve-t-elle dans votre encadrement ? Commenter.

4) A l'aide du tableau suivant, indiquer quel type d'erreur est rencontrée avec cette expérience.

Cas n°1 : erreurs faibles	Cas n°2 : erreurs aléatoires	Cas n°3 : erreurs systématiques	Cas n°4 : erreurs aléatoires et systématiques.
			
Si tous les impacts sont proches du centre de la cible	Si les impacts sont très étalés mais centrés en moyenne sur le centre de la cible	Si les impacts sont groupés mais loin du centre de la cible	Si les impacts sont étalés et loin du centre de la cible

5) Donner quelques sources d'erreurs possibles.