

**Introduction : 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 XIXème, 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.

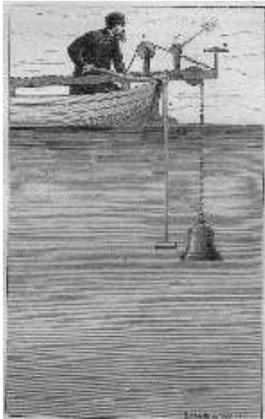


Figure 1: Dispositif qui permet l'émission des signaux acoustique et visuel.

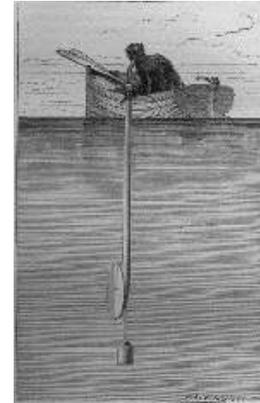
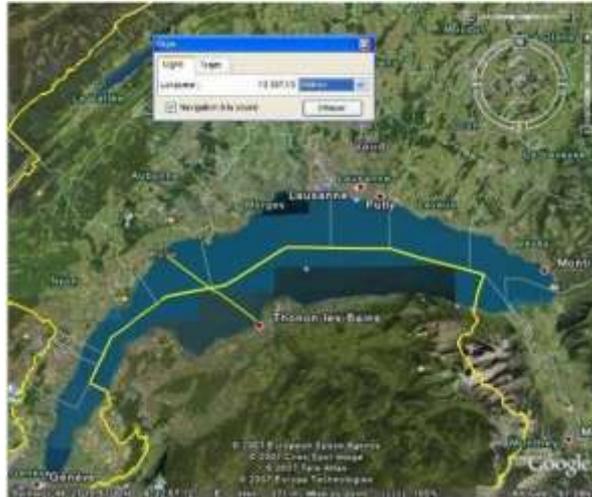


Figure 2: D. Colladon après avoir enclenché son chronomètre se met à l'écoute du signal acoustique.

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, à la température de +15°C, 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 : Figuiet, 1884, pp. 82).

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

--	--

**Deuxième partie : Détermination de la vitesse de propagation du son dans l'air à partir de la vidéo « éruption » sur capneuronal chapitre 6.**



Sur un bateau situé à environ  $d_{v-b} \approx 4,4$  km du volcan Tavurvur en Papouasie-Nouvelle-Guinée, des touristes filment le volcan au moment de l'éruption.

A partir de cette vidéo et après avoir expliqué votre raisonnement, déterminez la valeur de la vitesse de propagation

$v_{\text{son-air}}$ .

**Coup de pouce :**

- Une durée notée  $\Delta t = t_2 - t_1$  est une différence de 2 instants.
- La célérité (vitesse) de la lumière dans l'air est de l'ordre de 300 mille kilomètres par seconde

Justification : ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	Calcul de la vitesse de propagation du son dans l'air à partir de la vidéo    Calcul de la durée nécessaire $\Delta t'$ à la lumière pour parcourir la distance $d_{v-b}$
---	---

Quel paramètre permettrait d'expliquer un tel écart avec la valeur précédente ?

.....  
 .....  
 .....

**Troisième partie : Mesure de la vitesse du son avec l'application Phyphox pour téléphone portable et tablette.** Cette mesure nécessite l'utilisation de 2 smartphones possédant l'application et un mètre.



**Expérience**

- 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  $d$  avec le mètre).
- Mettre à zéro le chronomètre de chaque téléphone. Clapper des mains une seule fois vers le premier téléphone puis une fois vers le second téléphone une fois que ce dernier se soit déclenché. 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 smartphones :  
 Temps affiché par le smartphone 1 :  $t_1 = \dots\dots\dots$   
 Temps affiché par le smartphone 2 :  $t_2 = \dots\dots\dots$

**Interprétations et exploitation :**

Comment à partir des résultats obtenus, peut-on déterminer la vitesse de propagation du son dans l'air ? Avant de répondre à cette question, vous pouvez regarder la vidéo « speed son » sur capneuronal et répondre aux questions suivantes.

**Coup de pouce : Se poser de bonnes questions !**

- Au premier clap, pourquoi le chronomètre du smartphone 1 se déclenche-t-il en premier et celui du deuxième un peu plus tard ? .....

Quelle est la distance parcourue par le son entre les 2 déclenchements des chronomètres ? .....

Peut-on mesurer la durée entre les 2 déclenchements ? Justifiez .....

- Lorsque le chronomètre du smartphone 1 s'arrête, quelle distance a été parcourue par le son entre le déclenchement et l'arrêt du chronomètre du smartphone 1 ?.....  
.....  
.....
- Quelle est la distance parcourue par le son sur la durée  $\Delta t = t_2 - t_1$  ? .....  
.....  
.....

Calcul de la vitesse de propagation du son dans l'air à partir des 2 smartphones



Effectuez 3 mesures supplémentaires en augmentant de 1 m environ la distance entre les 2 smartphones. Vous vous associerez avec un autre groupe pour effectuer les mesures.

Complétez le tableau

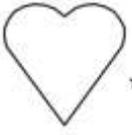
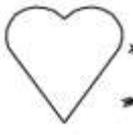
d (m) entre les smartphones	Distance parcourue par le son sur la durée $\Delta t$	$t_1$ (s)	$t_2$ (s)	$\Delta t = t_2 - t_1$ (s)	v (m/s)
1,50					

Mesurez la température de la salle  $T = \dots\dots$  °C et déterminez la moyenne de vos mesures de la vitesse de propagation du son dans l'air :

$v_{\text{moy}} = \dots\dots\dots$

**Bilan des résultats**

A l'aide du tableau suivant, entourer le type d'erreur rencontré avec cette expérience ?

Cas recherché	Cas n°1 : erreurs aléatoires	Cas n°2 : erreurs systématiques	Cas n°3 : erreurs aléatoires et systématiques.
			
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