

# Vitesse du son

## Défi scientifique

Physique / son

Collège / lycée

<b>Durée du défi</b>	30 à 50 minutes
<b>Matériel</b>	2 téléphones ou tablettes avec l'application Fizziq
<b>Phénomènes ou notions approchés</b>	Comment mesurer la vitesse du son
<b>Lexique</b>	Son, vitesse du son, enseignement scientifique au lycée

## Défi lancé aux élèves

**« A l'aide des différents appareils de mesures de « FizziQ », mesurer la vitesse du son dans l'air »**

A la fin de ce document, vous trouverez différentes aides à distribuer (ou pas) à vos élèves en fonction des objectifs pédagogiques de votre séance.

## Prérequis éventuels

La durée de ce défi dépendra de la maîtrise de l'application par les élèves.

L'utilisation de l'outil « déclencheur » nécessite une explication par l'enseignant afin de réaliser le défi.

Les manipulations nécessitant un environnement « calme » il est souhaitable de proposer le défi aux élèves quelques jours avant sa réalisation afin qu'ils réfléchissent individuellement, chez eux, à un protocole possible. Un temps en classe sera alors consacré à recueillir leurs idées, puis des mises en œuvre successives, par groupe, permettront d'affiner le protocole.

Les tests réalisés en classe de seconde ont été très concluants !

# Aides

Ces aides sont à destination des enseignants ou des élèves.  
Vous pouvez envisager différentes manières de vous en servir :

- Les « lire » aux élèves (en les reformulant éventuellement) au fur et à mesure de leur expérimentation.
- Les imprimer, les découper et les distribuer selon le besoin (par groupe par exemple).

## Liens vers quelques sites utiles et notice

- <https://www.fondation-lamap.org/fr/fizziq> : Vous retrouverez ici les différents documents pédagogiques proposés en lien avec l'utilisation de l'application FizziQ, notamment des défis pour les élèves que vous pouvez adapter en fonction de vos objectifs et de vos classes
- <https://www.fizziq.org/>: Vous y retrouverez notamment des protocoles donc vous pouvez vous inspirer pour créer vos propres protocoles
- <https://www.youtube.com/channel/UCa3FIR94qwb3iaohwjGzchw/featured> : Vous y trouverez des vidéos de moins de 2 min chacune permettant une prise en main rapide de l'application.

Vous trouverez ci-dessous les informations concernant les mesures réalisables dans le cadre de ce défi avec le capteur "microphone" des tablettes ou téléphones. Le niveau d'explication que vous trouverez ici est plutôt adapté à des adultes souhaitant comprendre la manière dont les capteurs fonctionnent. Pour les élèves, le choix peut être de les laisser explorer les différents outils et appareils de mesure si vous en avez le temps. Leur rapidité de prise en main dépendra de la connaissance qu'ils ont de l'application (si FizziQ a déjà été utilisée au cours d'un autre moment de classe).

## Outils

### Le sonomètre (Microphone-volume sonore)

Le sonomètre mesure le volume sonore capté par le microphone. Il est exprimé en décibels, ou dB.

#### Remarque

L'échelle des décibels est logarithmique: une source de 40 dB est 100 fois plus intense qu'une source de 20 dB. Le son le plus discret que l'oreille d'un être humain peut percevoir est de zéro décibel. Une conversation ordinaire atteint environ 60 dB, le son d'un mixeur est souvent de 90 dB, et les sons supérieurs à 140 dB sont douloureux pour l'oreille humaine. Une exposition continue à des sons de plus de 90 dB peut entraîner une perte de l'audition.

## Précision

La fréquence de mise à jour des données est supérieure à 250 hertz, c'est-à-dire 250 mesures par seconde.

Les smartphones ont des microphones plus ou moins sensibles, et la mesure du volume va varier de l'un à l'autre. Le logiciel calibre l'appareil pour que le son le plus fort constaté sur une période de temps soit 90 dB et le moins fort soit de 20 dB. Il produit donc une mesure de la puissance relative du son plutôt qu'une mesure absolue.

## Les déclencheurs (dans « outils »)

Ils permettent de programmer le début ou la fin d'un enregistrement.

Avec les déclencheurs, on peut créer un minuteur qui déclenchera le début et la fin d'une mesure, ou un chronomètre sonore qui débutera et finira l'enregistrement si un son fort est détecté.

Les possibilités sont immenses !

On dispose de deux déclencheurs, un pour commencer l'enregistrement, et un pour l'arrêter. Chaque déclencheur peut être activé par le temps ou la valeur d'une mesure. Il faut utiliser les menus déroulant pour programmer les déclencheurs et les adapter aux besoins de l'expérience en cours.

Attention: le déclencheur se met en route après que l'on ait appuyé sur le bouton REC.

# Réalisation du défi

## Avant de répondre au défi....

Il est possible de demander aux élèves de chercher où se trouve le microphone (voir défi « niveau sonore »). En effet les élèves mesurent la distance réelle séparant les 2 capteurs et selon la distance séparant les 2 téléphones, il est utile de leur faire prendre conscience de ce point et ainsi les sensibiliser à la précision d'une mesure.

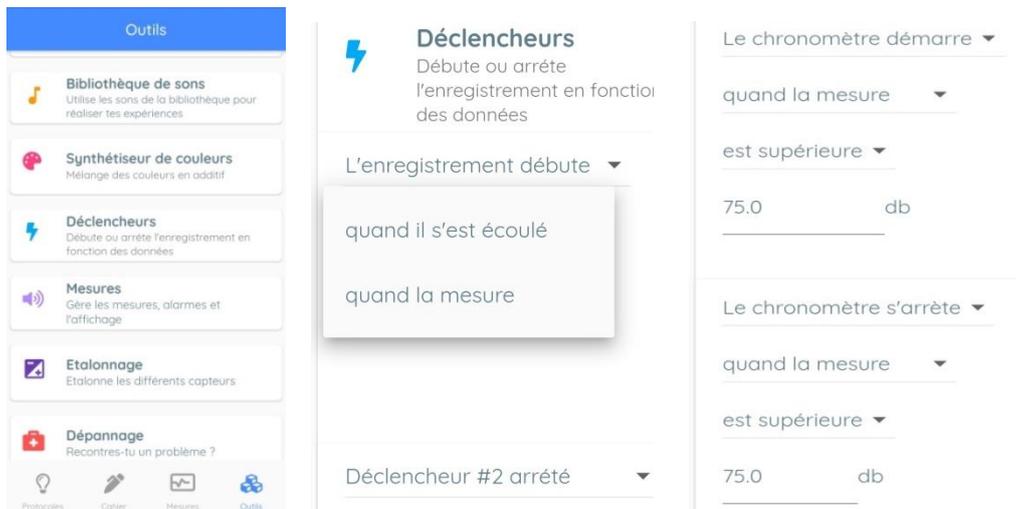
## Exemples de mesures

Réglages des déclencheurs : Il faut auparavant choisir l'appareil de mesure (ici le Volume sonore dans « microphone ») avant d'aller régler le déclencheur car il va vous proposer soit un déclencheur en fonction du temps, soit (et c'est ce qui nous intéresse ici) de déclencher en fonction de la mesure choisie (et donc de l'appareil de mesure sélectionné).

Il faut régler les déclencheurs sur les 2 téléphones que l'on va utiliser pour les mesures afin :

- qu'ils déclenchent tous les 2 les mesures quand ils « perçoivent » le premier son de niveau supérieur à 75dB (par exemple)
- qu'ils arrêtent tous les 2 les mesures quand ils perçoivent le deuxième clap (de niveau supérieur à 75dB par exemple)

Il faut choisir un seuil de déclenchement en fonction de son environnement sonore



**Voici les étapes permettant de régler le déclencheur (ici quand le niveau sonore est supérieur à 75 dB, la mesure commencera et s'arrêtera quand un nouveau signal de niveau sonore supérieur à 75dB sera « capté » : cela correspondra au 2 « Claps » : celui de début de mesure puis celui de fin)**

**Première méthode :** la plus simple est compréhensible par des élèves

Nous allons mesurer la durée séparant 2 signaux sonores (claps obtenu par exemple en tapant très fort dans ses mains, ici les tests ont été réalisés en tapant une règle sur la table à côté des téléphones)

Pour cela il faut que les 2 enregistrements (des 2 téléphones) démarrent en même temps donc nous mettons les 2 téléphones l'un sur l'autre (micro l'un au-dessus de l'autre) et on produit un premier clap : les enregistrements débutent sur les 2 téléphones car on a dépassé les 75 dB (niveau sonore sélectionné dans les déclencheurs par ex).

Puis on éloigne, le plus délicatement (il ne faut plus que le niveau sonore dépasse ces 75dB avant le clap de fin de mesure). Il faut une distance entre les 2 téléphones la plus grande possible pour une meilleure précision (les tests en classes ont été réalisés avec une distance séparant les 2 micros des téléphones d'environ 6,8m).

Cette notion de précision de la mesure peut être réfléchiée en classe avec les élèves.

Il faut alors relever la durée des enregistrements sonores de 2 téléphones.

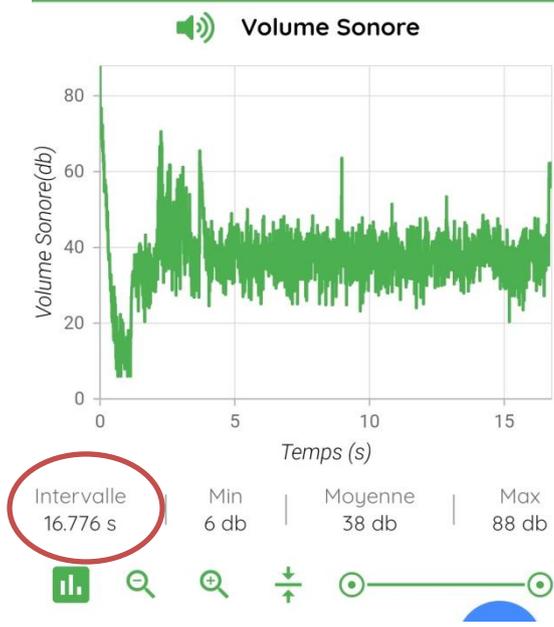
On peut démontrer simplement que cette durée correspond au temps que met le signal sonore pour parcourir la distance de « d » séparant les 2 téléphones.

Attention, cette expérimentation marche très bien à condition de ne pas avoir de bruits parasites dans la classe, il faut donc que ce soit chaque groupe qui réfléchisse au protocole souhaité puis une mise en œuvre commune. Cela permet de réfléchir aux moyens d'améliorer les résultats (distance la plus grande possible, mesurer la distance entre les 2 micros des téléphones et non entre « n'importe quel point » du téléphone, ...)

Ce protocole fonctionne très bien ! Il évite d'avoir à utiliser les oscilloscopes (TP « classique » effectué habituellement au lycée pour cette mesure de vitesse de sons »).

tel 1 espacé de 6,8m entre 2 claps

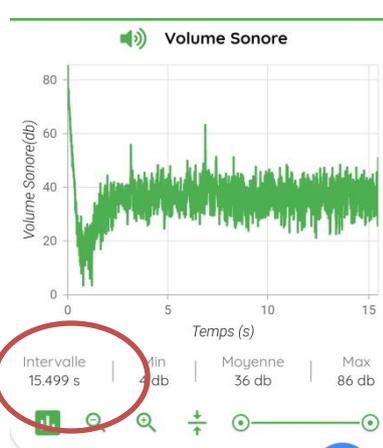
tel 2 non déplacé



calcul méthode 1

on mesure  $t = 20$  ms ou  $22$  ms  
 $v = d/t$   
 $v$  très proche de  $340$  m/s

**Ici on a par exemple une différence mesurée de  $t = 16,776 - 16,756 = 0,020$  s soit  $20$  ms pour une distance parcourue de  $d = 6,8$  m. On trouve bien  $v(\text{son}) = d/t = 340$  m/s**



2 tels espacés de 6,8 m



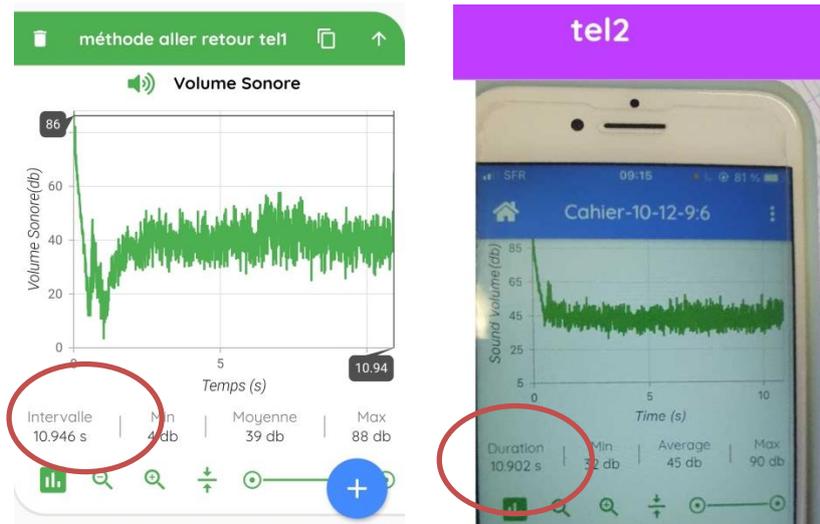
**Deuxième test par un autre groupe d'élèves : une différence mesurée de  $t = 15,499 - 15,477 = 0,022$  s soit  $22$  ms pour une distance parcourue de  $d = 6,8$  m. On retrouve bien  $v(\text{son}) = d/t = 310$  m/s**

**Deuxième méthode :** Plus complexe à comprendre par des élèves. Nous allons mesurer la durée séparant 2 signaux sonores (claps obtenu par exemple en tapant très fort dans ses mains, ici les tests ont été réalisés en tapant une règle sur la table à côté des téléphones)

Pour cela il faut que les 2 enregistrements (des 2 téléphones) démarrent en même temps mais cette fois nous allons, dès le départ, éloigner les 2 téléphones d'une distance  $d$

On produit le premier clap à côté de l'un des téléphones : les mesures se déclenchent donc sur les 2 téléphones mais il y a un décalage entre les 2 déclenchements puisque l'un des téléphones est « au niveau » de la source sonore (premier clap) alors que le 2ème téléphone est éloigné de «  $d$  ».

On se déplace alors (sans faire de bruit !!) jusqu'au 2eme téléphone pour produire une 2eme « Clap » : cela a comme conséquence d'arrêter les mesures sur les 2 téléphones. Il faut alors relever la durée des enregistrements sonores de 2 téléphones. On peut démontrer que cette durée correspond au temps que met le signal sonore pour parcourir une distance de « 2d » (aller-retour entre les 2 téléphones). Cette démonstration n'est pas du tout « triviale » pour des élèves de seconde, il est préférable de ne proposer ce « prolongement » que si certains groupes maîtrisent parfaitement la première méthode. Il sera sûrement nécessaire de s'appuyer sur des schémas pour imaginer la situation et la propagation du son...

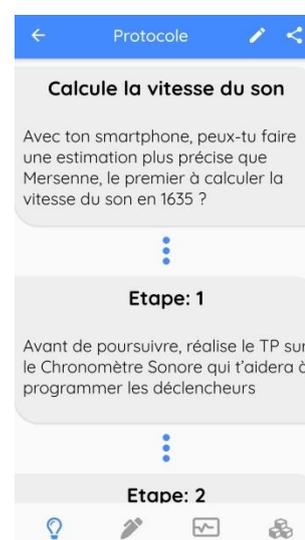
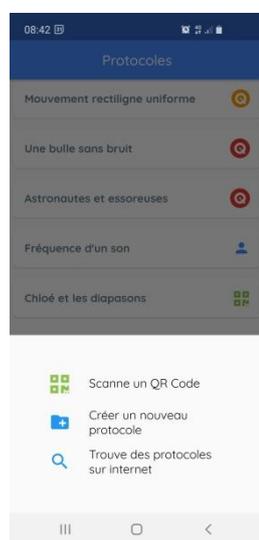
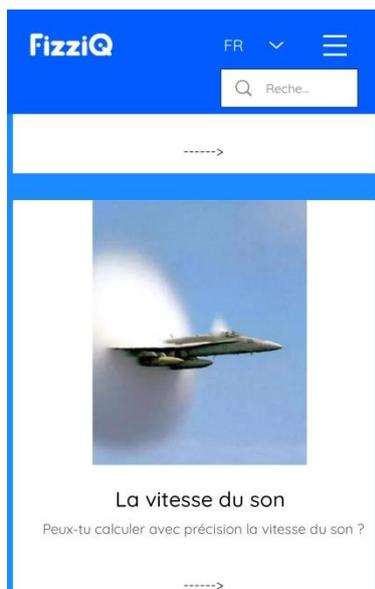


***Ici on a par exemple une différence mesurée de  $t = 10,946 - 10,902 = 0,044s$  pour une distance parcourue de  $2*d=13,6m$  On trouve  $v(\text{son}) = 2d/t = 310 m/s$***

## Exemple de document pour les élèves

Pour réaliser une « fiche de TP » pour vos élèves, vous pouvez par exemple vous aider du protocole proposé sur le site <https://www.fizziq.org/protocoles>

Vous y trouverez le QR code correspondant que vous pourrez également télécharger sous format « texte » avant de le modifier à votre convenance. Ceci est une méthode assez simple si vous souhaitez par exemple que vos élèves réalisent ce travail « hors la classe ». Vous pourrez en effet leur envoyer le protocoles sous forme de QR code qui sera alors



**Ouvrir FizziQ, dans « protocole » en bas à gauche, cliquer sur « ajoute d'autres protocoles... » et là... sélectionner « scanne un QR Code »... On peut alors scanner un QR code existant sur le site « fizziq.org » ou scanner le QR code modifié ou créé par l'enseignant comme ci-dessus. Le protocole s'affiche alors « par étape » dans l'application.**

## A retenir

Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation

$$V = d/t$$

avec  $v$  la vitesse en m/s,  $d$  : la distance parcourue en m et  $t$  la durée de propagation en s.

Remarques : Pour gagner en précision, on peut reproduire la mesure, augmenter la distance ....

# Prolongements possibles

- Voir les autres défis proposés sur <https://www.fondation-lamap.org/fizzig>

## Programme officiel

### **Sciences physiques Cycle 4 et Seconde**

*Signaux sonores* : Mesure de la vitesse du son

Systemes naturels et techniques : Concevoir et réaliser un dispositif de mesure ou d'observation. Mesurer des grandeurs physiques. Utiliser des outils d'acquisition numérique

Relier la distance parcourue par un son à la vitesse de propagation / Détermination de la vitesse de propagation d'un son / Comparaison de la vitesse de la lumière et de celle du son

---

## Auteur

Aline CHAILLOU

## Remerciements

Christophe CHAZOT, Antoine HUPELIER

En partenariat avec Trapeze.digital

# FizziQ

## Date de publication

Janvier 2021

## Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



*Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.*

## Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75 006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

Site : [www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org)

---

 FONDATION  
**La main à la pâte**  
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE