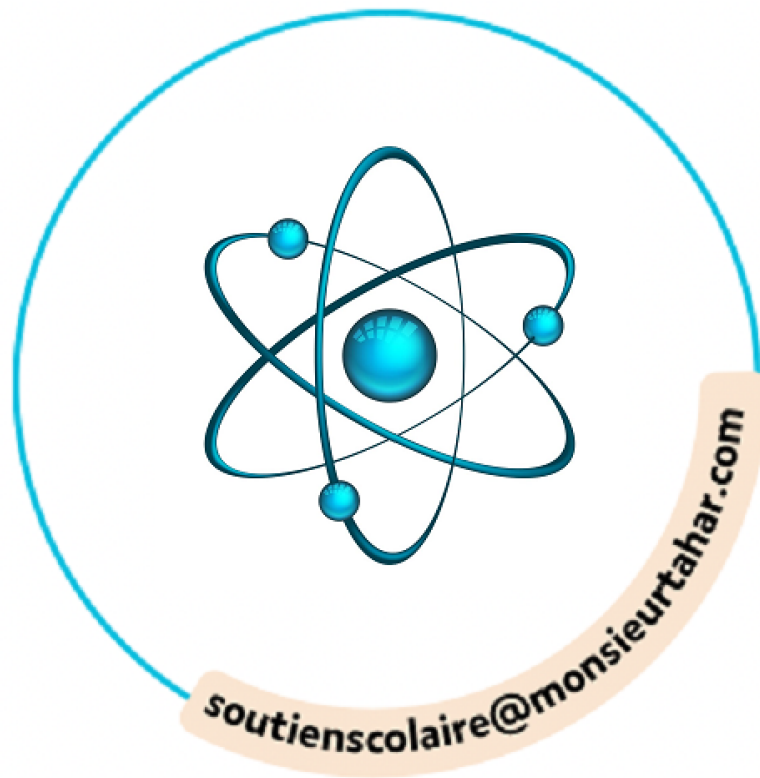
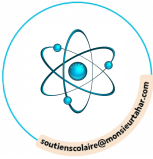


Physique chimie



CHAPITRE 13

Vitesse du son



1 Je teste mes connaissances

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses (solutions p. 480).

- Un émetteur sonore est :
 - une source de lumière ;
 - une source de son ;
 - une source de signal électrique.
- Un récepteur sonore peut être :
 - un œil ;
 - un microphone ;
 - une oreille.
- Les signaux enregistrés par un logiciel à l'aide d'un récepteur sonore représentent :
 - le trajet suivi par le son ;
 - l'intensité du son en fonction du temps selon la position du récepteur ;
 - l'intensité du son provenant de l'émetteur en fonction du temps.

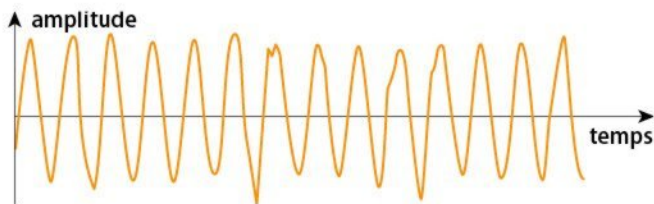
2 Émetteur ou récepteur du son ?



- Parmi les images ci-dessus, identifier :
 - le ou les émetteurs sonores ;
 - le ou les récepteurs sonores.
- Quel(s) récepteur(s) sonore(s) permet(tent) de transformer le signal sonore en signal électrique observable ?

3 Propagation du son

À partir d'un microphone connecté à un ordinateur muni d'une carte son, on enregistre les signaux sonores issus d'une source placée à quelques mètres.



- Rappeler comment se propage un son.
- Comment peut-on justifier que le son se soit bien propagé de l'émetteur jusqu'au microphone ?

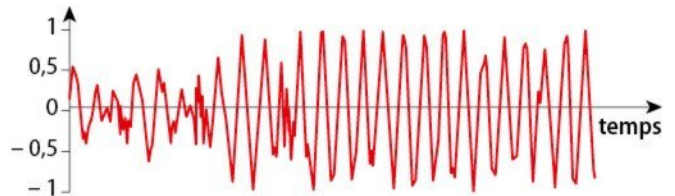
4 Signal électrique

On branche un microphone aux bornes d'un multimètre en mode voltmètre. Lorsqu'une personne parle dans le micro, des valeurs s'affichent sur le voltmètre sans se stabiliser.

- Que permet de faire le microphone ?
- Comment interpréter que les valeurs affichées par le voltmètre ne se stabilisent pas ?
- On souhaite observer le signal sonore produit par un émetteur et transmis par un microphone.
 - Est-il pertinent de faire des relevés de tension aux bornes du voltmètre pour représenter le signal transmis par le microphone ? Justifier.
 - Proposer une méthode pour observer le signal transmis par le microphone.

5 Enregistrement d'une voix

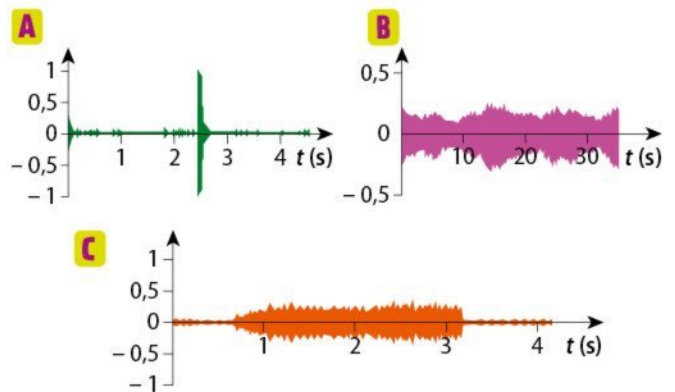
L'enregistrement ci-dessous est celui d'une voix. Il a été réalisé à l'aide d'un microphone relié à un ordinateur muni d'une carte son et d'un logiciel de traitement du son.



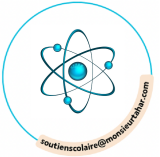
- Que représente l'amplitude du signal ?
- Le son est la propagation d'une vibration. Que représente l'enregistrement ci-dessus ?

6 Enregistrements variés

Trois enregistrements réalisés avec un logiciel de traitement du son sont présentés ci-dessous :



- Parmi ces trois signaux, lequel peut être considéré comme issu d'un signal sonore continu ? Justifier.
- Sur quel enregistrement trouve-t-on le signal sonore d'intensité la plus importante ? Justifier.



7 Je teste mes connaissances

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses (solutions p. 480).

- Le son :
 - se propage de façon instantanée ;
 - a une vitesse de propagation ;
 - est toujours perçu avec un retard par rapport à son émission.
- La vitesse de propagation du son est égale :
 - au produit de la distance parcourue par le son par la durée de propagation ;
 - au quotient de la distance parcourue par le son par la durée de propagation.
- La vitesse de propagation du son :
 - est toujours la même quel que soit le milieu de propagation ;
 - dépend du milieu dans lequel le son se propage ;
 - est plus importante dans l'eau que dans l'air.

8 Propagation du son

Le son possède une vitesse de propagation. Celle-ci est de 340 m/s dans l'air à 20 °C.

Comment justifier que le son ne soit pas un signal instantané ?

9 Retard de réception

Une personne émet un son. Une autre personne placée à une dizaine de mètres reçoit le son émis.

La personne qui reçoit le son est-elle capable de percevoir le retard par rapport à l'émission ? Justifier votre réponse.

10 Klaxon

Le klaxon d'une voiture est un émetteur sonore destiné à donner un signal ou à alerter d'un danger imminent.



On donne la vitesse du son dans l'air à 20 °C :

$$v_{\text{air}} = 340 \text{ m/s.}$$

- Deux véhicules sont arrêtés à 100 m l'un de l'autre. Quelle est la durée de propagation du son du klaxon d'un des véhicules à l'automobiliste de l'autre véhicule ?
- Cette durée de propagation est-elle adaptée pour prévenir d'un danger imminent ? Justifier.

11 Tonnerre

Lors d'orages, des éclairs peuvent être observés. On constate que le tonnerre associé à un éclair est perçu quelques secondes après avoir observé ce dernier.



On donne la vitesse du son dans l'air à 20 °C : $v_{\text{air}} = 340 \text{ m/s}$ et la célérité de la lumière dans l'air : $c = 300\,000 \text{ km/s}$.

- À partir des données des vitesses de la lumière c et du son v_{air} , interpréter ces observations.
- Un observateur entend le tonnerre 3 s après avoir vu un éclair. À quelle distance se trouve-t-il de l'impact de l'éclair ?

12 Vitesses du son

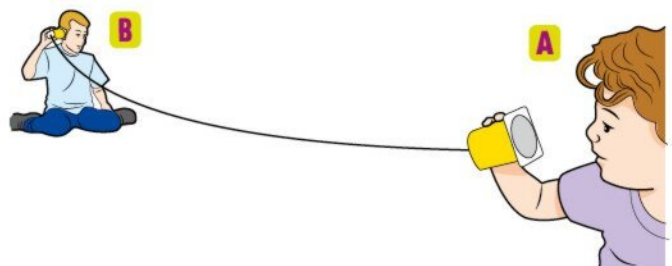
Le tableau ci-dessous présente les vitesses de propagation du son dans trois milieux.

- Calculer pour les trois milieux :
 - la durée de propagation du son pour une distance de 1 000 m ;
 - la distance parcourue par le son pour une durée de propagation de 10 s.
- Quel lien peut-on établir entre la densité du milieu et la vitesse de propagation du son ?

Milieu à 20 °C	Vitesse (m/s)
air	340
eau	1 500
fer	5 130

13 Téléphone en pots de yaourt

Un téléphone en pots de yaourt permet de communiquer à distance à l'aide de deux pots de yaourt souples reliés par un fil. On utilise, par exemple, un fil métallique en fer.



- Quels sont les milieux dans lesquels le son va se propager de la personne **A** à la personne **B** ?
- On utilise deux pots de yaourt d'une profondeur de 10 cm et un fil de 5 m. À partir des données du tableau de l'exercice 12, déterminer la durée de la propagation d'un son de la personne **A** à la personne **B**.



14 Je teste mes connaissances

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses (solutions p. 480).

- Le sonar est un dispositif qui permet d'évaluer :
 - la distance entre un émetteur et un récepteur sonores ;
 - des distances entre un couple émetteur-récepteur sonores et un objet.
- Dans le cas d'un sonar, la distance d à un objet détecté est calculée suivant la formule $d = v \times \Delta t / 2$, avec v la vitesse du son et Δt l'intervalle de temps entre le signal émis et le signal reçu, car :
 - la vitesse de propagation est plus importante lors d'un écho ;
 - le son s'est propagé sur le double de la distance qui sépare l'émetteur de son de l'objet responsable de la réflexion ;
 - le son a mis deux fois plus de temps à parcourir la distance émetteur-récepteur que dans le cas où il n'y a pas de réflexion.

15 L'écho en montagne

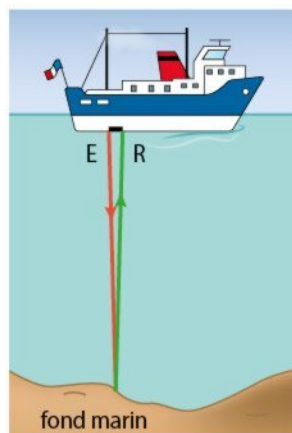


L'écho en montagne est un phénomène courant.

- Comment expliquer les multiples retours du son émis ?
- Comment expliquer que les retours du son émis ne se fassent pas tous en même temps ?

16 Le sonar

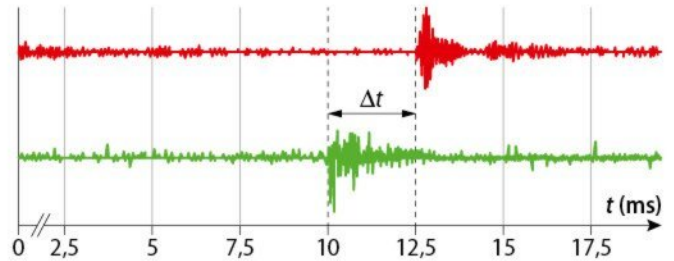
Un sonar est constitué d'un émetteur (E) et d'un récepteur (R) sonores qui sont placés l'un à côté de l'autre. On détermine la distance qui sépare le couple émetteur-récepteur d'un objet en mesurant la durée de propagation du signal entre son émission et sa réception. Le principe du sonar est illustré par le dessin ci-contre.



- Schématiser le dessin et repérer sur le schéma la distance D parcourue par le signal et la distance d qui sépare le fond marin du couple émetteur-récepteur.
- Quelle relation lie D et d ?

17 Signaux

Un dispositif dans l'air muni d'un couple émetteur-récepteur sonores juxtaposés permet de représenter un signal émis (signal vert) et un signal reçu (signal rouge).



- Quelle est l'origine du signal reçu (rouge) ?
- Que représente Δt sur le document ?

18 Chauve-souris

Les chauves-souris utilisent le son pour se repérer et pour détecter leurs proies. Le principe de la détection d'une proie par une chauve-souris est représenté sur le dessin ci-contre.

- Que représentent les éléments en traits pleins ? et ceux en pointillés ?
- Sans proie, que deviendrait le signal émis par la chauve-souris ?



19 Formule

Dans le cas de l'utilisation d'un sonar, la relation pour déterminer la distance qui sépare le couple émetteur-récepteur sonores d'un objet est :

$$d = v \times \Delta t / 2$$

- Réaliser un schéma de la situation en indiquant où se situe d .
- Que représentent v et Δt dans la formule ? Donner les unités de v , Δt et d .

20 Mesure de distance

Un dispositif sonar dans l'air est utilisé pour évaluer la distance qui sépare un couple émetteur-récepteur sonores d'un objet. Au cours d'une expérience, on mesure une durée Δt de 85 ms entre l'émission et la réception d'un signal après sa réflexion sur un objet.

- Quelle est la distance parcourue par ce signal sonore, en prenant comme valeur de vitesse de propagation du son 340 m/s ?
- Quelle distance sépare le couple émetteur-récepteur de l'objet ?



21 Son et organisation de la matière

D4 Je modélise pour expliquer

On étudie le comportement du son dans trois milieux : l'air, l'eau et le fer.

1. Associer chaque milieu à la représentation de son organisation microscopique ci-dessous :



2. Rappeler comment le son se propage dans un milieu matériel.

3. À partir des représentations microscopiques de l'organisation de la matière et des caractéristiques de la propagation du son, interpréter les données du tableau de l'exercice 12.

22 Signaux de sous-marins

D2 J'utilise des outils d'acquisition

On souhaite étudier les signaux reçus par un sonar sous-marin.

1. Rechercher sur internet des vidéos de signaux de sonars sous-marins.

2. À partir d'un ordinateur muni d'une carte son et d'un logiciel d'enregistrement de sons, réaliser l'enregistrement des signaux de la vidéo.

3. Identifier sur l'enregistrement le signal émis et l'écho.

4. D'où provient la complexité des signaux enregistrés ?

23 Mesure de la vitesse du son

D2 J'utilise le traitement de données

Une classe réalise un dispositif permettant de mesurer la vitesse du son dans l'air. Les signaux produits par un émetteur sont enregistrés par 2 microphones situés à une distance $d = 2,0$ m l'un de l'autre. L'émetteur et les microphones sont alignés.

Le tableau ci-dessous consigne les mesures effectuées par neuf groupes d'élèves.

	A	B	C
1	d (m)	Δt (s)	v
2	2,0	0,0059	
3	2,0	0,0063	
4	2,0	0,0052	
5	2,0	0,012	
6	2,0	0,0059	
7	2,0	0,0064	
8	2,0	0,0057	
9	2,0	0,0057	
10	2,0	0,0065	

1. a. Recopier les valeurs dans un tableau.
b. Dans la colonne C, réaliser le calcul permettant de déterminer la valeur de la vitesse du son.

c. Toutes les valeurs semblent-elles exploitables ?

2. La moyenne des résultats pertinents donne une vitesse de propagation du son dans l'air de 337 m/s.

a. Est-il judicieux de donner une telle précision au résultat ?

b. Proposer une valeur de la vitesse de propagation du son obtenue avec ce dispositif.

24 Processing of audio signals

D2 J'utilise des outils d'acquisition

The following diagram shows two recordings of the same sound signal.

Which software feature was used to pass from one representation to the other?



25 Propagation du son dans un solide

D4 Je réalise un dispositif de mesure

On souhaite évaluer la vitesse de propagation du son dans un métal. On dispose d'un ordinateur muni d'une carte son, d'écouteurs, d'un logiciel de traitement des signaux sonores, d'un mètre-ruban et d'une tige métallique.



1. Proposer, en vous servant du matériel à disposition, un protocole pour évaluer la vitesse de propagation dans la tige métallique.

2. a. Représenter les signaux qui vont être enregistrés.

b. Sur cette représentation, indiquer la partie à exploiter.

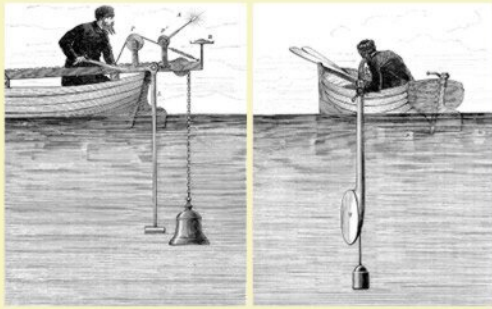
3. Être critique par rapport au dispositif proposé.

26 Première mesure du son dans l'eau

D5 l'Intègre l'histoire des sciences

Daniel Colladon est un ingénieur suisse du XIX^e siècle qui mit au point le premier dispositif capable de réceptionner des sons sous l'eau et donc de mesurer la vitesse de propagation du son dans l'eau.

Le dispositif est représenté ci-dessous :



« En frappant la cloche, la lance s'abaisse sur la poudre disposée sur la plaque et l'enflamme, formant ainsi un signal lumineux à l'attention du bateau récepteur.

Le bruit de la cloche s'écoute sous l'eau grâce à un long tube cylindrique en fer-blanc recourbé à la partie supérieure et terminé par un petit orifice que l'on applique à l'oreille. [...] Le tube est maintenu dans sa position verticale grâce à un poids accroché à sa partie inférieure. »

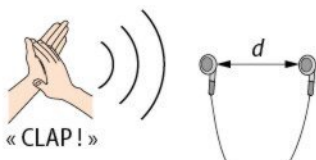
Colladon, *Souvenirs et Mémoires*, Genève, 1893, Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences

1. Expliquer l'intérêt de la production simultanée d'un signal lumineux et d'un signal sonore.
2. Quelles opérations doit réaliser la personne sur le bateau récepteur ?
3. Être critique par rapport à ce dispositif de mesure, censé permettre estimer la valeur de la vitesse de propagation du son dans l'eau.

27 Signaux émis et reçu

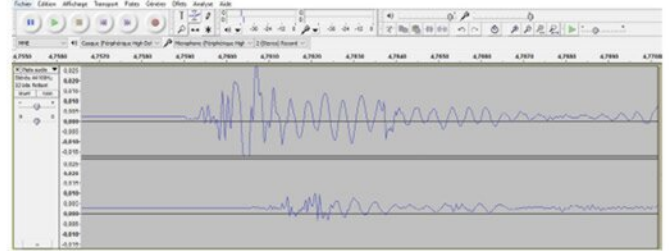
D4 Je réalise un dispositif de mesure

On réalise la mesure de la vitesse du son à partir d'un ordinateur muni d'une carte son, d'un logiciel de traitement du son, d'écouteurs et d'une règle.



1. Pourquoi le paramétrage du logiciel de traitement du son doit-il être sur le mode stéréo ?

2. Représenter sur un schéma la propagation du son, de l'émetteur jusqu'aux deux récepteurs.
3. On obtient l'enregistrement suivant :



Associer les deux récepteurs aux signaux observés sur l'ordinateur.

4. Recopier les deux courbes obtenues. Indiquer sur celles-ci ce qui va être mesuré à l'aide du logiciel.

28 Une histoire de train

D4 l'Identifie une question scientifique

Dans de nombreux westerns, alors que le train n'est encore ni visible ni audible, les bandits essaient de repérer son arrivée en collant leur oreille sur les rails.



1. La vitesse de propagation du son plus élevée dans le métal que dans l'air peut-elle, à elle seule, expliquer cette situation ? Justifier votre réponse.
2. Proposer une hypothèse pour interpréter cette situation.
3. Proposer un protocole permettant de vérifier votre hypothèse.

Le quiz final



L'échographie est une technique d'imagerie médicale utilisée pour observer l'évolution des fœtus lors de la grossesse.

Comment expliquer l'origine du mot donné à cette technique ?