
Thème : Des signaux pour observer et communiquer

Chapitre : Le son



Objectifs :

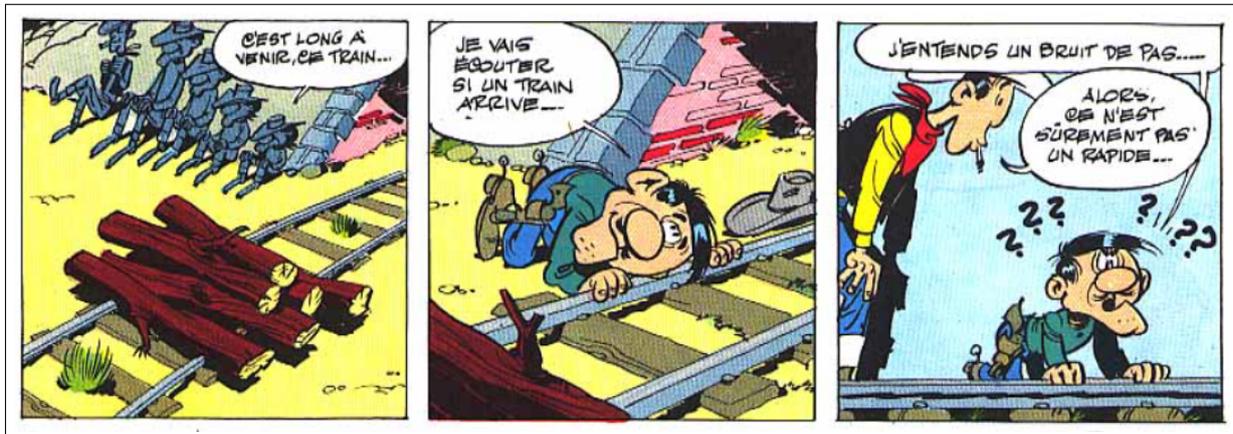
- Décrire les conditions de propagations d'un son.
- Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation.
- Vitesse de propagation.

Sommaire

| | | | |
|---|---|--|---|
| 1. Activité 1 : Propagation du son | 2 | 3. Activité 3 : Retrouver une personne | 6 |
| 2. Activité 2 : L'éclair et le tonnerre | 5 | 4. Leçon | 8 |

1. Activité 1 : Propagation du son

Les indiens plaçaient une oreille sur le sol pour détecter le passage d'un troupeau de buffles. À la création du chemin de fer, les bandits faisaient de même pour détecter l'arrivée d'un train.



Lucky Luke, tome 12 : Les Cousins Dalton

Pourquoi les indiens plaçaient-ils une oreille sur le sol ?

- À l'échelle microscopique, la matière est constituée de particules.
- Un son se propage en faisant vibrer les particules constituant la matière de proche en proche.
- La vitesse de propagation du son dans l'air est de 340 m/s.

FIGURE 1 – Propagation du son dans la matière.

- Placer un buzzer dans une cloche à vide.
- Aspirer l'air contenu dans la cloche à vide.
- Faire rentrer de l'air dans la cloche.

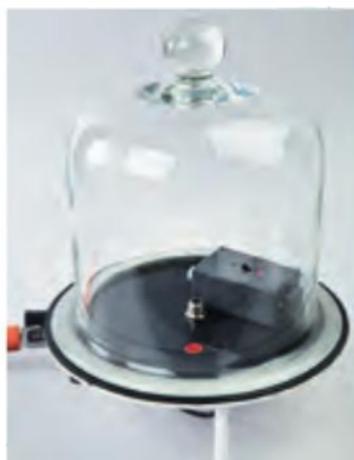


FIGURE 2 – Expérience de la cloche à vide.

Jean-Baptiste Biot est un physicien français qui a mené au début du XIX^e siècle des mesures de vitesse de propagation du son dans les solides. L'expérience est réalisée sur des tuyaux métalliques mesurant 950 mètres de longueur. Un expérimentateur frappe avec un marteau l'extrémité d'un tube en acier. Un second expérimentateur situé à l'autre extrémité, colle son oreille au tuyau et entend deux sons successifs : le premier provenant du tuyau, le second provenant de l'air. Le son met 0,2 seconde pour arriver par le tube en acier.



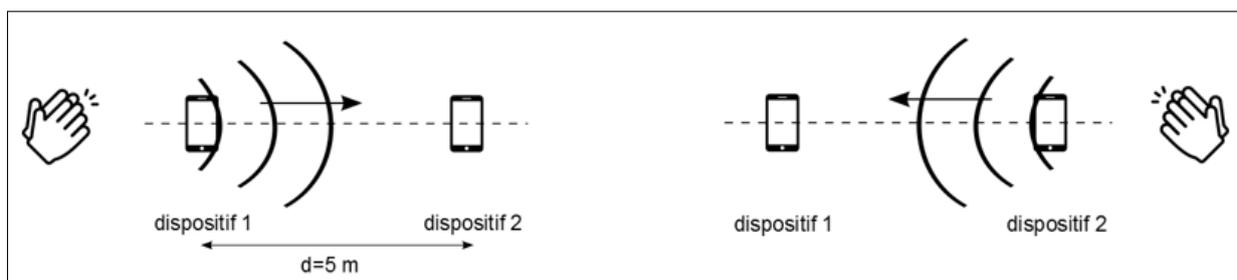
FIGURE 3 – Mesure de la vitesse de propagation du son dans un solide.

Questions

1. On réalise l'expérience de la cloche à vide (<https://www.youtube.com/watch?v=Xy6fIDGPerc>).
2. **Expliquer** l'observation de l'expérience précédente. Le son peut-il se propager dans le vide ?
3. À ton avis, la vitesse de propagation du son dans l'air et dans un métal est-elle la même ?
4. À partir de la figure 3, **calculer** la vitesse de propagation du son dans le métal.
5. À l'aide de l'application Phyphox, **mesurer** la vitesse de propagation du son dans l'air.

Protocole :

- 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, on prendra $d = 5$ m).
- 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. 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
 - Temps affiché par le dispositif 2 : t_2
- La différence entre le t_1 et t_2 correspond au retard pour parcourir deux fois la distance d .
- Calculer la vitesse du son.

Explications

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 Δt 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 avec un retard Δt par rapport au deuxième dispositif. Le retard est le même car le son parcourt la même distance.

La différence entre les deux temps t_1 et t_2 mesurés par les deux chronomètres correspond aux 2 retards cumulés mis par le son pour parcourir deux fois la distance d .

6. Pourquoi les bandits plaçaient-ils une oreille sur le rail de chemin de fer pour détecter l'arrivée du train ?

Bilan : De quoi un son a-t-il besoin pour se propager ? De quoi sa vitesse de propagation dépend-elle ?

2. Activité 2 : L'éclair et le tonnerre

Après avoir vu un éclair au loin, Alison entend le tonnerre quelques secondes plus tard. Elle fait remarquer à Lucie que le son doit être beaucoup plus lent que la lumière, étant donné le décalage entre les deux. Lucie lui répond que, pourtant lorsqu'elles discutent ensemble, elles s'entendent instantanément.

Pourquoi y-a-t-il parfois un décalage entre l'éclair et le tonnerre ?

Un puissant flash lumineux, une **détonation** : la foudre n'est pas discrète ! Du fait de la vitesse très élevée de la lumière, l'éclair est perçu instantanément. Le son lui, est bien moins rapide. On évalue à quelle distance (en km) la foudre est tombée en comptant le nombre de secondes qui s'écoulent entre l'éclair et le tonnerre puis en divisant ce nombre par trois.

FIGURE 1 – Une astuce pour déterminer la distance d'un éclair.

De nuit, en juin 1822, le physicien Arago a procédé à la mesure de la vitesse du son dans l'air. Il s'est organisé pour chronométrer la durée séparant la perception de la lumière puis celle du son d'un coup de canon éloigné de 18 612 m. Répétée plusieurs fois, l'expérience donna une durée moyenne de 54,6 secondes.

D'après le sujet du bac S,
« La nuit du 21 juin 1822 », sept. 2010.

FIGURE 2 – Mesure de la vitesse du son dans l'air.

Questions

1. **Hypothèse** : À ton avis, quelle peut être la valeur approximative de la vitesse du son dans l'air ?
2. À quelle distance le chronomètre se trouvait-il du canon, dans l'expérience d'Arago ?
3. Quelle a été la durée de propagation du son du canon jusqu'au porteur du chronomètre ?
4. Pour quelle raison considère-t-on que la lumière de l'éclair ou du canon est perçue instantanément ?
5. **Calculer** en mètre la distance que parcourt le son en une seconde puis **convertir** en kilomètres. Ton hypothèse était-elle exacte ?
6. Pourrait-on reproduire l'expérience d'Arago sur la Lune, qui est dépourvue d'atmosphère ? **Justifier**.

Bilan : Comment estimer la distance d'un orage.

☰ Vocabulaire :

Détonation : bruit plus ou moins violent produit par une explosion ou qui rappelle celle-ci.

3. Activité 3 : Retrouver une personne

Madeleine est séquestrée dans un bâtiment tenu secret dans la ville de Nancy. Ses ravisseurs veulent qu'elle dévoile le secret des macarons de Nancy. Madeleine réussit à communiquer avec toi grâce à son smartphone, qui est malheureusement non localisable. On va s'aider du film Taken 2 pour résoudre ce mystère (<https://www.youtube.com/watch?v=HUg1BPIGEzo>).

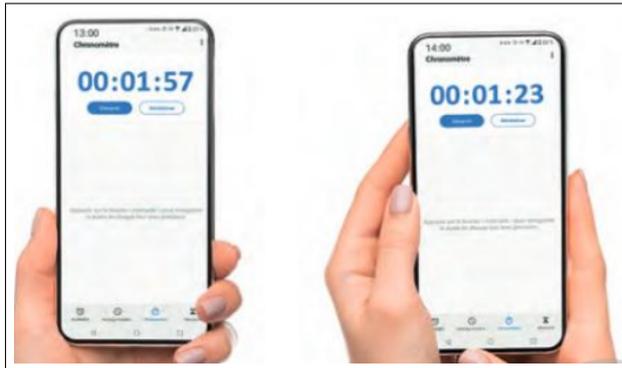


FIGURE 1 – Chronomètre de Madeleine démarré à 13h00 (gauche) puis à 14h00 (droite) et arrêté au moment où elle a entendu chaque signal sonore.

Méthode

Mesurer une distance de propagation d'un son de manière indirecte, c'est déterminer cette distance à partir de la mesure de la durée de propagation du son et de la connaissance de sa vitesse de propagation :

$$\text{distance de propagation} = \text{vitesse de propagation} \times \text{temps de propagation}$$

- Le son se propage dans toutes les directions depuis sa source et forme des cercles centrés sur la source sonore. Pour visualiser ce phénomène, regarder l'animation suivante : <https://www.edumedia-sciences.com/fr/media/797-haut-parleur-londe-sonore>.
- Une échelle graphique permet de passer d'une distance sur un plan à la distance réelle ou l'inverse.

Exemple :

Ce segment de longueur ℓ indique qu'une longueur ℓ sur le plan correspond à une distance réelle de 50 m.

| Milieu | Vide | Air | Eau | Verre |
|--|------|-----|-------|-------|
| Vitesse de propagation du son (en m/s) | 0 | 340 | 1 500 | 5 300 |

FIGURE 2 – Vitesse de propagation du son dans différents milieux.

Investigation : Où se trouve Madeleine ?

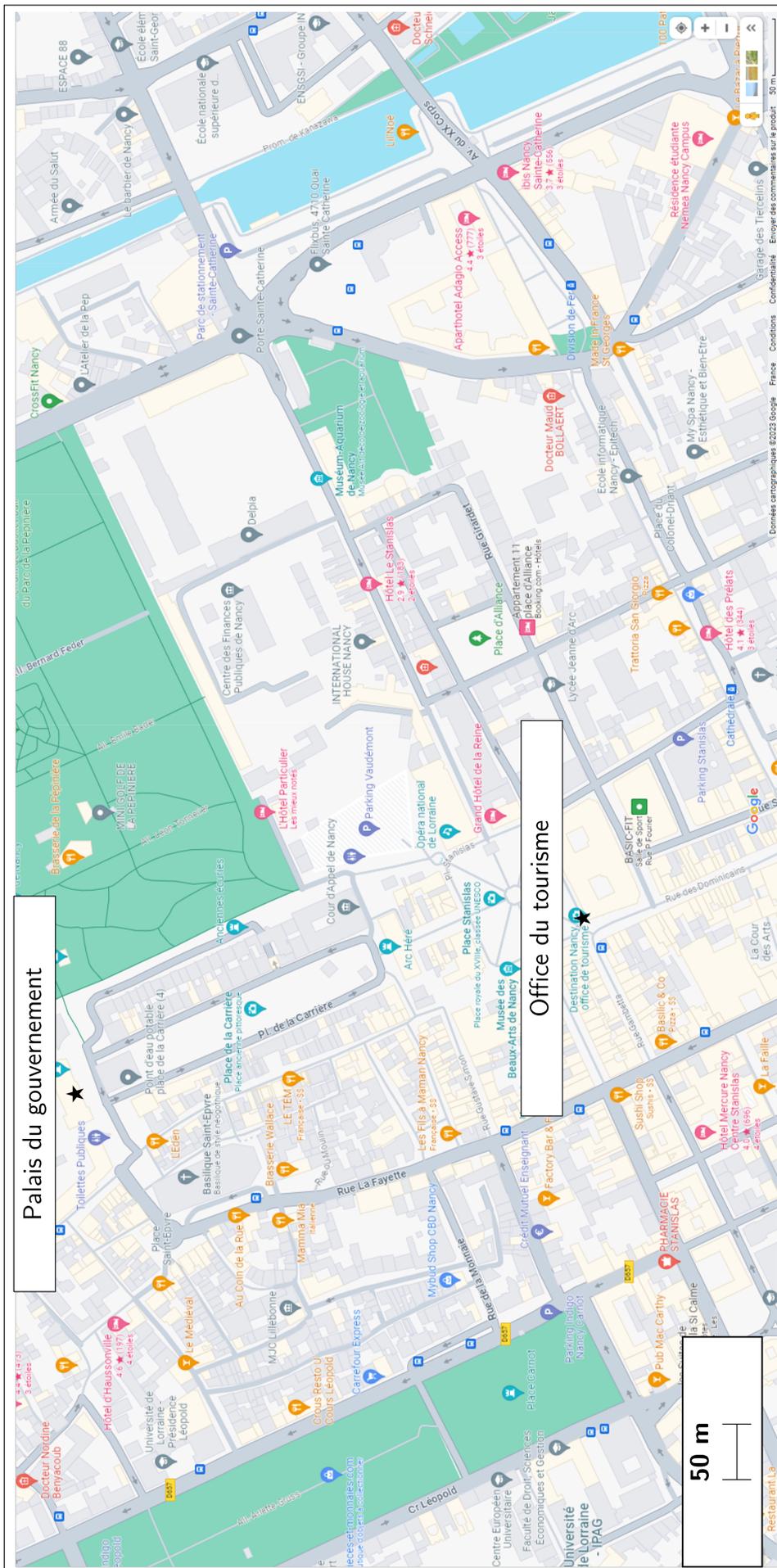


FIGURE 3 – Plan de Nancy
Collège Stéphane Mallarmé

4. Leçon

Nature du son

- Qu'est-ce que le son ?

.....
.....

- Comment appelle-t-on un objet produisant un son ?

.....
.....

Propagation du son

- De quoi a besoin le son pour se propager ?

.....
.....

- Le son peut-il se propager dans le vide ?

.....
.....

- Le son se propage-t-il à la même vitesse dans tous les milieux ?

.....
.....

- Quelle est la valeur de la vitesse du son dans l'air ? dans l'eau ?

.....
.....

- Quelle formule peut-on utiliser pour mesurer la distance d qui nous sépare d'un objet vibrant émettant un son de vitesse v et de durée de parcours t ?