

Chapitre 1 : Émission, propagation et réception d'un son

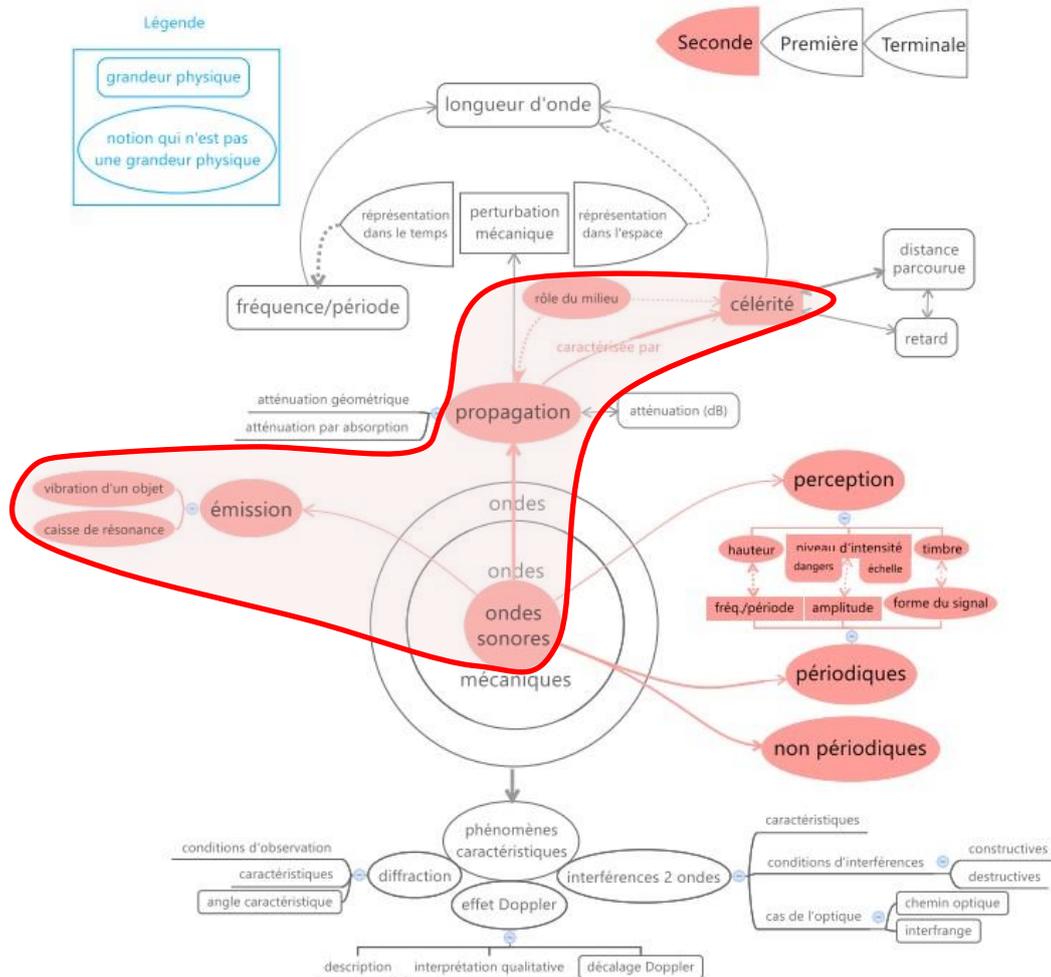
Document professeur

Préambule

- Partie de programme traitée

Notions et contenus	Capacités exigibles
	Activités expérimentales support de la formation
Émission et propagation d'un signal sonore.	Décrire le principe de l'émission d'un signal sonore par la mise en vibration d'un objet et l'intérêt de la présence d'une caisse de résonance. Expliquer le rôle joué par le milieu matériel dans le phénomène de propagation d'un signal sonore
Vitesse de propagation d'un signal sonore.	Citer une valeur approchée de la vitesse de propagation d'un signal sonore dans l'air et la comparer à d'autres valeurs de vitesses couramment rencontrées. <i>Mesurer la vitesse d'un signal sonore.</i>

- Positionnement du chapitre dans la carte conceptuelle.



- Justification du découpage des activités. :

Le **son** est associé à une **vibration** de la matière qui comme le son est créée, transmise et reçue.

On étudie le comportement de la matière qui vibre et émet un son (audible ou non)

Pour cela :

On **modélise** ce comportement en distinguant l'émetteur, le milieu de propagation et le récepteur.

On étudie les **conditions** de la propagation : il faut un milieu matériel et, pour entendre le son, une caisse de résonance

On étudie le **comportement** de la propagation : la vitesse de propagation du signal sonore dans l'air ; on la mesure.

Activité 1 : Que faut-il faire pour qu'il existe un son ?

Conditions d'existence d'un son

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> sons audibles, infrasons, ultrasons <p>SAVOIRS VISÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> émetteur/émission <input type="checkbox"/> récepteur/réception <input type="checkbox"/> milieu de propagation <input type="checkbox"/> vibration <input type="checkbox"/> Un son ne se propage pas dans le vide : sa propagation nécessite un milieu matériel <p>CAPACITÉS VISÉES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Décrire les conditions nécessaires à l'émission et à la propagation d'un son. 	<p>DURÉE : 40 MIN</p> <p>RESSOURCES DISPONIBLES</p> <p>Feuille de consignes Situation expérimentale "simple" // Manip prof Expérience déjà montée</p> <p>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</p> <p>Matériel (par groupe ou pour 2 groupes si pas assez de guitare et de tambourins) : Haut-parleur alimenté par un générateur basse-fréquence, guitare, tambourin, diapason sans caisse de résonance dans un premier temps.</p> <p>Au bureau : cloche à vide cachée, éventuellement rail métallique (type banc d'optique), aquarium...</p>

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

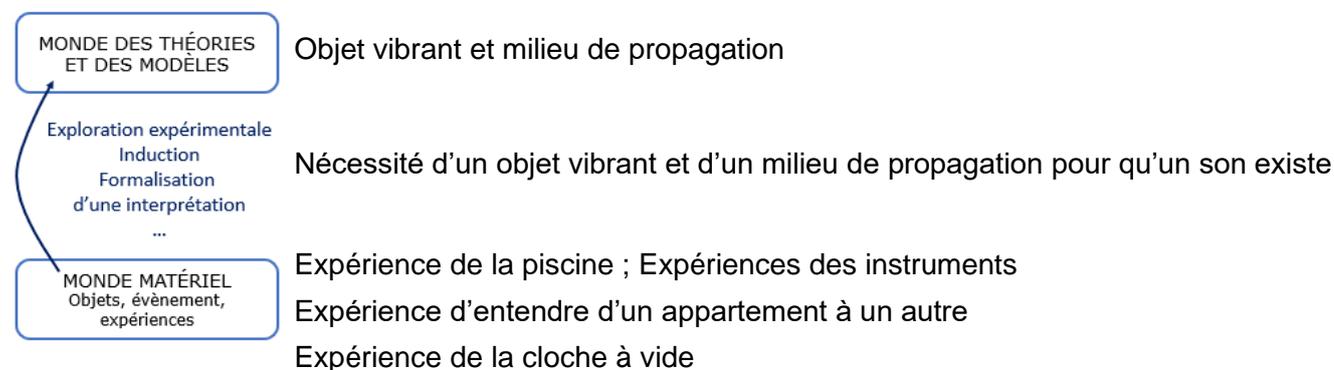
- **Faire expliciter et prendre en compte des idées quotidiennes**

Au début de ce chapitre, la majorité des élèves doit pouvoir proposer des idées, qu'il s'agit de *justifier* et de mettre en débat soit au sein du petit groupe soit en classe entière lors de la mise en commun.

- **Faire réaliser et exploiter une expérience qualitative exploratoire**

Si possible vérifier que les hypothèses des élèves ont été vérifiées et aider les élèves à expliciter leurs erreurs.

MODÉLISATION



LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

- Perception sonore ↔ description (avec des phrases) du comportement du dispositif (la source, la transmission et la réception du son)
- Représentation figurative type dessin ou schémas d'expérience → description du comportement du son (et/ou du dispositif)

SAVOIRS EN JEU

Cette activité est centrée sur le lien entre son et vibration ; elle permet de préciser le comportement de la matière aussi bien au niveau de l'émission, que de la transmission et de la réception. La notion de vibration associée à un milieu matériel est aussi abordée dans cette activité.

CORRIGÉ ET COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

En rouge un exemple de production attendue | En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

 Pour donner mon point de vue...

1. A votre avis :

- 1- un son n'existe que lorsque je l'entends
- 2- un son peut exister même si je ne l'entends pas

Donner un argument pour justifier votre réponse.

EXEMPLES POSSIBLES : Pour les élèves, réponse 2 à 95 % :

- Une personne sourde au milieu de personnes entendantes (perte d'audition avec l'âge de son aigu)
- Certains animaux qui peuvent entendre des ultra-sons ou des infrasons que nous n'entendons pas.
- À la fin du sondage, le prof indique qu'on va dans cette partie étudier le son comme phénomène physique.

 Pour donner mon point de vue...

	VRAI	FAUX
un son peut se propager dans l'eau	X	
un son peut se propager dans un solide (une barre de fer par exemple)	X	
un son peut se propager dans le vide		X

Donner un exemple pour chacune des réponses.

- Cris sous l'eau à la piscine, animaux marins qui communiquent
- Taper sur un diapason, xylophone, barre de fer, ou entendre à travers un mur.
- Pas de son dans l'espace (vide)

3. En vous appuyant sur votre expérience personnelle et sur le matériel disponible sur le bureau du professeur, proposer une expérience pour tester l'une de vos réponses à la question 2 (celle de votre choix), en faisant un schéma.

Le prof ne dit rien pour la nécessité du milieu, mais montre maintenant tout le matériel disponible. Les élèves ont parfois vu l'expérience de la cloche à vide ou font référence à des films, à des BD...

Pour illustrer la non propagation dans le vide, on peut utiliser l'expérience de la cloche à vide.

Les élèves peuvent aussi proposer de mesurer si un micro ou un récepteur perçoit un son après traverser dans l'eau ou dans le rail métallique, même si l'expérience n'est pas effectivement réalisée.

Pour la propagation dans l'eau, certains élèves utilisent leur expérience de la piscine (j'entends, tout en étant sous l'eau, ce qui se dit).

4. En vous appuyant sur votre expérience personnelle et sur le matériel disponible devant vous (haut-parleur alimenté par un générateur basse-fréquence (GBF), guitare, tambourin, diapason sur son support...), indiquer deux conditions indispensables pour qu'un son puisse exister.

Objet qui vibre + milieu matériel. Les réponses sont à mettre en lien avec la question 1 : ceux qui pensent qu'un son n'existe que si je l'entends feront inévitablement de l'oreille une condition d'existence.

Beaucoup d'élèves invoquent la nécessité d'un récepteur avant le milieu matériel.

Justifier la variété des situations : musique, pas musique, commun pas commun, visible pas visible.

Les instruments de musique dirigent les élèves vers la notion d'objet vibrant.

Leur expérience personnelle pourrait leur permettre de faire ressortir la notion de « milieu matériel » (par opposition au vide) s'ils pensent à la cloche à vide (attention au cinéma ...)

Activité 2 : Des mots identiques pour des sons très différents

Utiliser le modèle de la chaîne sonore

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

- émetteur/émission
- récepteur/réception
- milieu de propagation

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Décrire les conditions nécessaires à l'émission et à la propagation d'un son

CAPACITÉS VISÉES

- Identifier dans une situation donnée l'émetteur, le milieu de propagation et le récepteur: faire une chaîne sonore de la situation.

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE 10 MIN

RESSOURCES DISPONIBLES

- feuille de consigne
- modèle

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

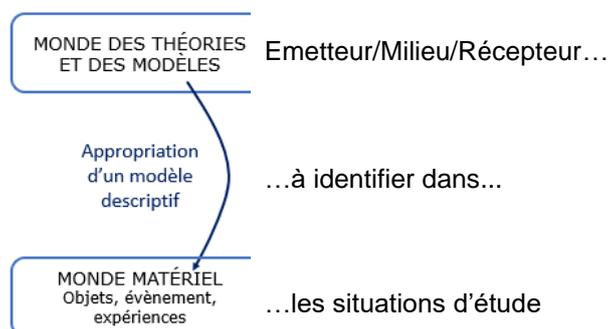
CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

Utiliser un modèle sur une situation donnée non observée ou non observable.

Si les élèves travaillent en petits groupes, vérifier qu'ils ont bien compris la situation. Repérer les difficultés en vue de la mise en commun pour les mettre en débat ; cette activité devrait permettre à tous les élèves de faire des propositions et donc de participer au débat.

MODÉLISATION



LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Le texte du modèle ↔ les situations décrites dans le tableau (texte et schéma) → le texte (nom de l'élément de la situation proposée) à écrire dans la colonne du tableau correspondant à sa fonction

SAVOIRS EN JEU

Sont en jeu ici les relations entre le modèle et une situation concrète ; il s'agit d'identifier dans celle-ci les éléments qui ont respectivement une des 3 fonctions d'émetteur, de milieu de propagation, de récepteur.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Bien lire le modèle ainsi que l'énoncé, pour que les élèves ne soient pas tentés de faire des croix dans les cases.

CORRIGÉ

Compléter le tableau en indiquant l'émetteur, le milieu et le récepteur dans chaque situation suivante :	émetteur	milieu	récepteur
Une personne écoute la radio	Personne	air	radio
Une personne crie face à une paroi et entend son écho	personne	Air + paroi	personne
Un doigt tape sur la paroi d'un aquarium : le poisson s'enfuit	doigt	Paroi + eau	poisson
	Bouche (personne 1)	fil (Solide)	Oreille (personne 2)
Quelqu'un rappelle son chien avec un sifflet à ultrasons.	sifflet	Air	chien
	train	Rail (Solide)	Oreille du Dalton

Activité 3 : Comment un haut-parleur ou un diapason émettent-ils un son ?

La caisse de résonance permet d'amplifier le son

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

- Vibration

SAVOIRS VISÉS

- une caisse de résonance permet d'amplifier un son

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Décrire les conditions nécessaires à l'émission et à la propagation d'un son.

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE 30 MIN

RESSOURCES DISPONIBLES

feuille de consigne
situation expérimentale simple
images d'instruments et éventuellement une vidéo pour la guimbarde. On peut aussi avantageusement utiliser une flûte et une guitare.

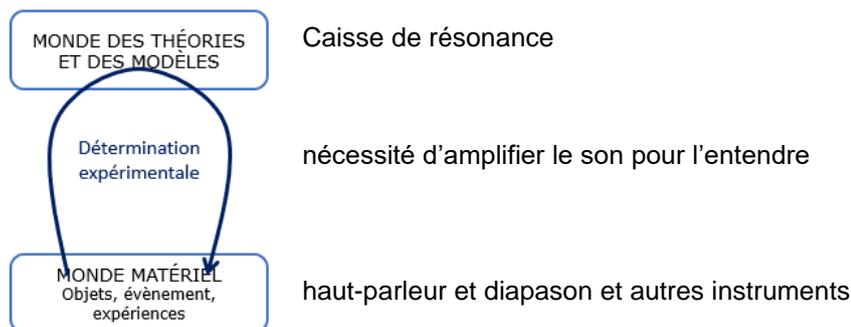
CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

Réaliser et exploiter une expérience qualitative de vérification d'un modèle ou d'une prévision à l'aide du modèle.

L'expérience personnelle des élèves pouvant être extrêmement variée, il sera utile d'établir un partage d'expériences sans s'y limiter ; il s'agit d'aller jusqu'à l'interprétation en termes de la chaîne sonore et de la caisse de résonance.

MODÉLISATION



LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Perception sonore → description de ce qui est perçu (avec des phrases)
 Formes des instruments de musique et des dispositifs pour qu'ils émettent un son audible ↔ formulation des interprétations (avec des phrases)

SAVOIRS EN JEU

Dans de nombreux cas, une condition nécessaire pour entendre un son est la présence d'une caisse de résonance. Une caisse de résonance peut être constituée de matériaux divers (bouche, mains en porte-voix, caisse en bois, et de formes variées).

CORRIGÉ ET COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

En rouge un exemple de production attendue | En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

1. Après avoir mis en marche le GBF connecté au haut-parleur, décrire ce que fait la membrane d'un haut-parleur lorsqu'on entend un son.
2. On tape sur une branche d'un diapason tenu à la main : peut-on dire que les branches d'un diapason font la même chose que la membrane du HP ?

COMME LA MEMBRANE DU HAUT-PARLEUR, LES BRANCHES DU DIAPASON VIBRENT :

→ **VIBRATION : MOUVEMENT AUTOUR D'UNE POSITION D'ÉQUILIBRE (MODÈLE)**

Matériel disponible (une situation par groupe) : diapason SANS CAISSE... → **Expérience réalisée dans activité 1**

Relire alors le modèle (le son est dû à une vibration).

3. Lorsqu'on tient le diapason à la main, le son émis par le diapason est très faible. Poser alors le diapason sur la table tout en laissant le diapason vibrer. Que constatez-vous ? Quel rôle joue la table ?

Le son est plus fort, la table permet d'amplifier le son.

4. Indiquer ce qui joue le rôle de "caisse de résonance" pour les instruments suivants :



Guitare
« caisse »



Djembé
« caisse »



flute
corps + colonne air



Guimbarde
bouche

Justifier la variété des situations : musique, pas musique, commun pas commun, visible pas visible.

Les instruments de musique dirigent les élèves vers la notion d'objet vibrant.

Activité 4 : De l'émetteur au récepteur, c'est magique ?

Rôle du milieu matériel et modèle de propagation

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

- Milieu de propagation
- Vibration

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Expliquer le rôle du milieu de propagation dans le phénomène de propagation d'une vibration sonore.

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE 40 MINUTES

RESSOURCES DISPONIBLES

- Feuille de consignes
- Feuille modèle
- Expérience déjà montée
- Matériel pour concevoir une expérience :
Haut-parleur alimenté par un GBF, petits morceaux de polystyrène ou riz..., papier cellophane, cristalliseur.
- Vidéo
- Ordinateur pour simulation
- simulateur

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

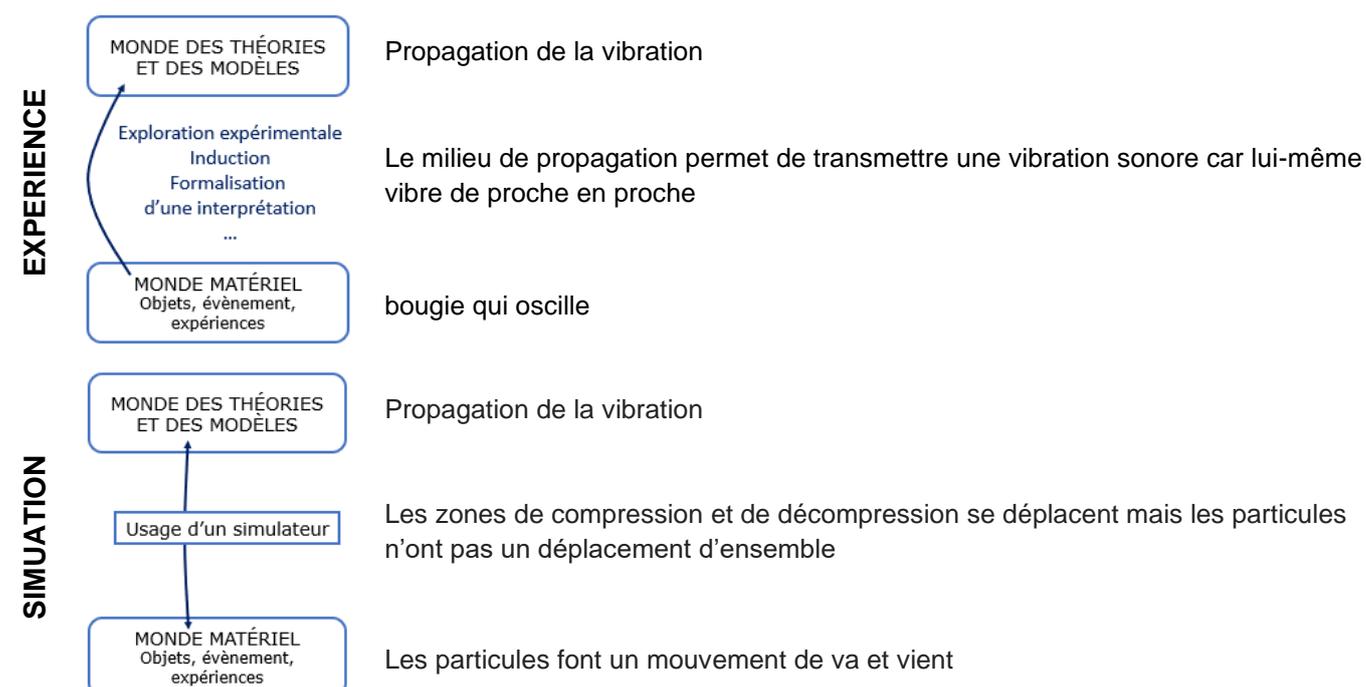
Partie "simulation" à faire plutôt en classe entière/présentée par le professeur.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

Réaliser et exploiter une expérience qualitative exploratoire.

MODÉLISATION



LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Pour la partie expérience :

Texte ↔ perception visuelle ↔ schéma

Pour la partie simulation :

Représentation du mouvement de la membrane et des particules ↔ Description verbale (orale et écrite)

SAVOIRS EN JEU

Le savoir en jeu porte sur le comportement du milieu matériel de propagation du son aussi bien au niveau observable (flamme de la bougie, billes polystyrènes, ...) qu'au niveau microscopique avec le simulateur qui représente le comportement des particules d'air. Ce lien entre le microscopique et le macroscopique demande de se représenter l'air qui nous entoure sans lien avec la perception ; cela nécessite une modélisation qui, pour certains élèves, est nouvelle.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Pour certains élèves, l'émission d'un son est associée à un courant d'air (quand on parle, on expire...). Ces élèves prévoient donc que la bougie s'éteint ou que la flamme reste inclinée.

Prévoir l'expérience de l'activité 2 n'est pas évident. On peut mettre les élèves sur la voie.

Dans la simulation, le regard se déplace de gauche à droite (on suit une compression), ce qui peut renforcer l'idée que les particules se déplacent. C'est la coloration des particules qui permet de déstabiliser cette idée, ce qui est faisable avec le simulateur et pas dans la réalité.

CORRIGÉ

En rouge un exemple de production attendue | En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

Expérience : on place une flamme de bougie devant un haut-parleur.

□ Manipulation professeur et Vidéo flamme + HP ??

Matériel disponible : tambourins, film plastique + billes polystyrène...

1. Prévoir ce qu'il va se passer lorsque la membrane du haut-parleur va vibrer. Voir question suivante.
2. Avec le matériel disponible, illustrer que la vibration d'une membrane de tambourin peut être transmises quelques centimètres plus loin (tambourins, film plastique + billes polystyrène...).

L'expérience consiste à mettre en vibration des morceaux de polystyrène posés sur un film plastique à distance, en tapant sur la membrane du tambourin au-dessus du film. On peut mettre en vibration en tapant à quelques dizaines de centimètres.



On peut aussi utiliser deux tambourins fixés verticalement avec des pinces et disposer un petit pendule en contact d'un des deux tambourins. Il sera éjecté si on tape sur l'autre tambourin.

□ Noter les observations et valider ou non votre expérience : Les billes de polystyrène vibrent.

Simulation : *simulaSON* est un logiciel qui permet de simuler ce qui se passe d'un point de vue microscopique dans un tuyau rempli de particules (entités microscopiques composant le milieu) lorsqu'on place un objet vibrant de type haut-parleur à l'entrée. On peut animer comme on le souhaite la source sonore et visualiser le comportement des particules et la propagation du son dans le tuyau.

<http://pegase.ens-lyon.fr/enseigner/hors-niveau/nos-simulateurs>

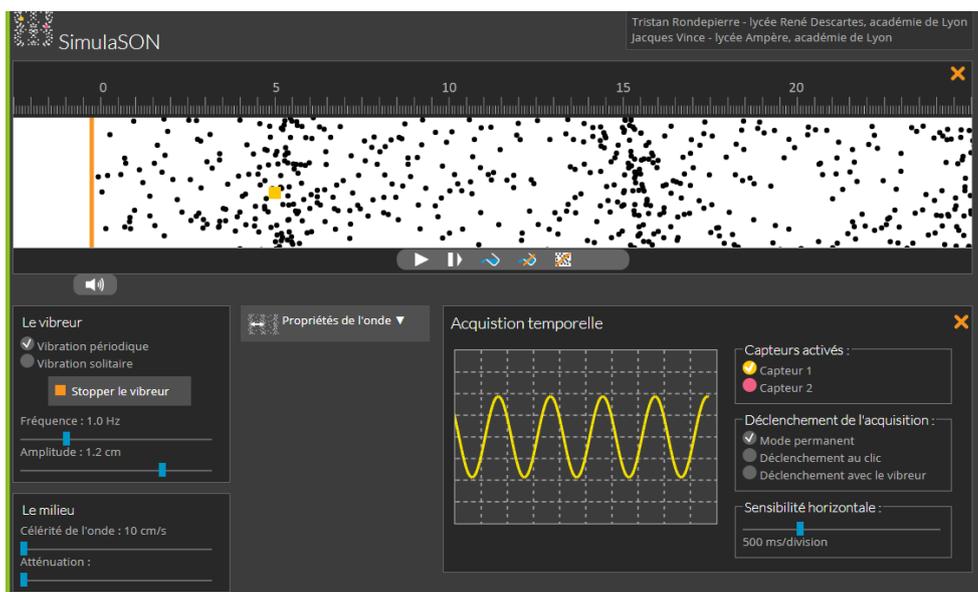
3. Les particules simulées dans le tuyau se déplacent-elles de gauche à droite ? Appeler le professeur lorsque vous avez répondu. **Non, elles vibrent autour d'une position d'équilibre mais ne sortent pas du tuyau**

4. Valider ou invalider les propositions suivantes :

	Vrai	Faux
Les particules du milieu vibrent comme la source	X	
Les particules se déplacent comme le son		X
Les particules vibrent même s'il n'y a pas de son		X

Sans vibration de la source, les particules sont en mouvement permanent (agitation thermique). La vibration induit une vibration des particules autour de leur position moyenne.

5. Si on met un récepteur dans le milieu considéré, vibre-t-il de la même façon que la source ?



Le récepteur vibre comme la source.

6. Expliquer le rôle du milieu matériel.

Le milieu matériel permet de transmettre la vibration de proche en proche : les couches d'air vibrent successivement.

👤 Pour aller plus loin...

7. Ce simulateur permet-il d'expliquer pourquoi un son peut aussi se propager dans un liquide ou un solide ?

Plusieurs réponses possibles :

- le milieu ne modélise pas un solide ou un liquide -> fin de la discussion

- le milieu est représenté par des particules, ce qui permet d'interpréter la vibration des particules que ce soit dans les liquides ou dans les solides. Attention : le modèle du mouvement particulaire n'est pas le même (agitation thermique).

Pour les élèves, les particules sont liées entre elles dans un solide et elles ne bougent plus. Donc ils répondront que ce simulateur ne permettra pas d'expliquer pourquoi le son se propage dans les solides.

Activité 5 : Quelle est la vitesse du son dans l'air ?

Détermination de la vitesse de propagation

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

- Émetteur / émission
- Récepteur / réception
- Milieu de propagation

SAVOIRS VISÉS

- valeur approximative de la vitesse de propagation du son dans l'air à température ambiante

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Identifier dans une situation donnée l'émetteur, le milieu de propagation et le récepteur : faire une chaîne sonore de la situation.

CAPACITÉS VISÉES

- Modéliser une expérience de détermination de la vitesse du son dans un milieu donné.
- Déterminer la vitesse de propagation d'un son à partir des mesures de distance et de durée de propagation

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE 40 MINUTES

RESSOURCES DISPONIBLES

documents
modèle

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

Partie 2 : il faut que les branchements et le montage (grosso modo, sans forcément respecter les distances) soient déjà faits pour les élèves.

Le professeur adaptera l'énoncé à son matériel. On peut aussi choisir de ne pas utiliser les salves (qui augmentent la difficulté de compréhension pour certains élèves) mais plutôt un bouton poussoir qui permet de décider quand on envoie l'onde ultrasonore (il faut alors régler un seuil de déclenchement).

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

PARTIE 1

Modéliser une situation

Faire analyser des documents (situation d'étude matériellement non disponible)

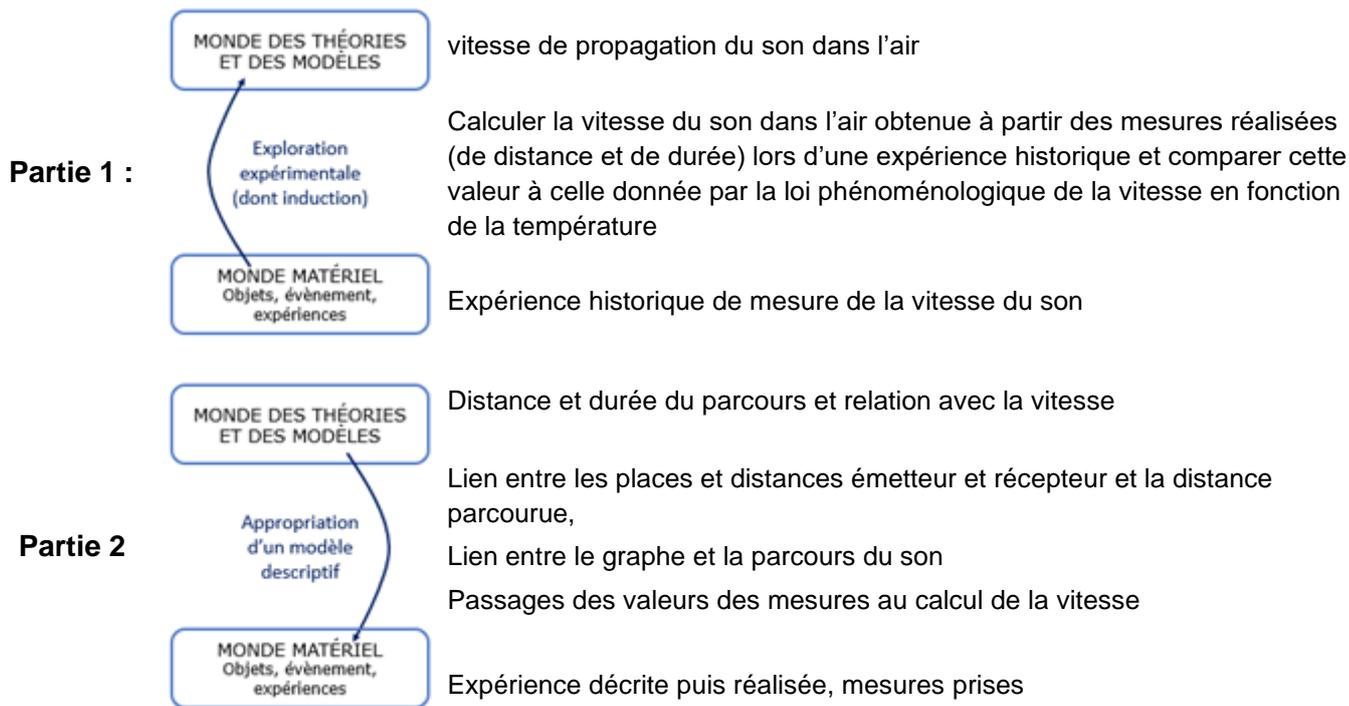
Pour cette partie, quand les élèves travaillent en groupe, le professeur pourra aider certains élèves à sélectionner les informations pertinentes et les mettre en relation.

PARTIE 2

Faire réaliser une expérience quantitative (avec prise de mesures)

Certains élèves auront probablement besoin d'aide pour relier différentes représentations sans oublier l'expérience : le schéma de l'expérience, le parcours du son (qu'ils ont à réaliser), et les textes. Une aide est de les solliciter pour qu'ils décrivent l'expérience à leur manière, et si nécessaire les aider à identifier les éléments pertinents et/ou à les décrire, quand c'est nécessaire, avec les mots de la physique (même type d'aide pour le graphe).

MODÉLISATION



LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Dispositifs émetteur, récepteur du son, leur distance \Rightarrow les représentations graphiques des signaux sonores \Rightarrow les valeurs des grandeurs mesurées \Leftrightarrow la relation formelle distance, durée, vitesse

SAVOIRS EN JEU

Alors qu'a priori on peut dire que tous les concepts en jeu dans cette activité ont déjà été introduits, celle-ci demande aux élèves un vrai travail de compréhension conceptuelle pour interpréter des expériences, mesurer de façon pertinente et traiter les mesures pour arriver à la vitesse du son. Il s'agit d'établir des relations entre les concepts et les grandeurs associées, leurs relations, etc. Ce travail de conceptualisation ancré sur des situations matérielles est une composante essentielle de la modélisation.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

C'est une activité longue et difficile avec une partie de traduction d'un texte en schéma, une partie calculatoire et une partie expérimentale.

CORRIGÉ

En rouge un exemple de production attendue | En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

 Pour donner mon point de vue...

Le son se déplace :

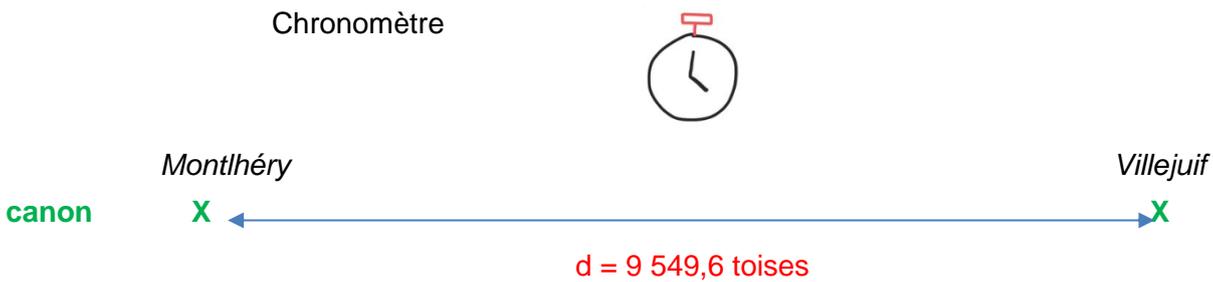
- 1- Plus vite dans l'eau que dans l'air.
- 2- A la même vitesse dans l'eau et dans l'air.
- 3- Plus vite dans l'air que dans l'eau.

95 % des élèves votent la 3.

Milieu matériel	Vitesse de propagation du son (m/s)
Vide	0
Air	340
Eau liquide	1 500
Eau solide	3 200
Acier	5 000
Bois	5 100

1) Calcul de la vitesse dans l'expérience historique

a) Faire un schéma décrivant l'expérience du document 1.



b) Quelles grandeurs ont été mesurées lors de cette expérience historique et quelles sont les valeurs obtenues ?

Les **grandeurs** mesurées sont :

La distance : $d = 9\,549,6$ toises

Le temps : $t = 54,6$ s

La température : $T = 15,9$ °C

c) Calculer la vitesse du son trouvée avec cette expérience.

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{1,861 \cdot 10^4}{54,6}$$

$$v = 341 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

1 toise correspond à 1,949 m

$$9549,6 \text{ toises} \rightarrow \frac{1,949 \times 9\,549,6}{1} = 18\,612 \text{ m} = 1,861 \cdot 10^4 \text{ m}$$

d) Comparer à la valeur que donne l'expression du document 2 à la température de l'expérience.

DOCUMENT 2 : Vitesse du son dans l'air

La vitesse v_{son} (en m/s) du son dans l'air dépend de la température θ (en °C) de l'air suivant la relation :

$$v_{son} = 331,5 + 0,607 \times \theta$$

$$v = 331,5 + 0,607 \times 15,9$$

$v = 341$ m/s à la précision de mesure près les valeurs sont identiques.

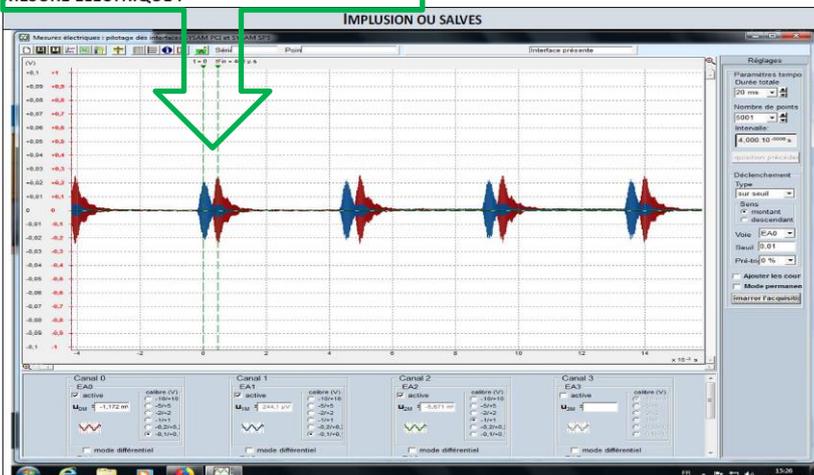
2) Réalisation de l'expérience

3) Compte-rendu

Partie 2 :

$$460 \mu\text{s} = 460 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

MESURE ÉLECTRIQUE :

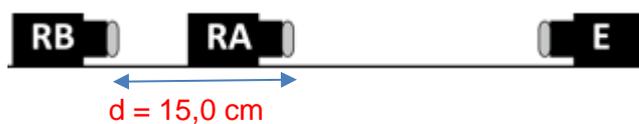


4) Compte-rendu

a- Réaliser vos mesures, les noter et calculer la vitesse du son dans l'air en expliquant le calcul.

Pour une distance entre les deux récepteurs de 15,0 cm entre les 2 récepteurs, le temps mis pour arriver au récepteur RB est de 460 μs soit $460 \cdot 10^{-6}$ s.

b- Faire un schéma.



c- Comparer la valeur trouvée avec la valeur qu'on devrait trouver selon le document 2.

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{15,0 \cdot 10^{-2}}{460 \cdot 10^{-6}}$$

$$v = 326 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$