



SL2 - Comment un son se propage-t-il ?

Christophe Bruno & Pascal Padilla &
Magali Peyrelevade - MSPC -
Académie Aix-Marseille

2013





Table des matières

Objectifs	5
Introduction	7
I - Influence du milieu sur la propagation d'un son	9
A. Investigation - Avalanches.....	9
B. Synthèse.....	10
C. Investigation - Bataille spatiale.....	11
D. À retenir.....	12
E. Investigation - Tonnerre.....	13
F. À retenir.....	14
G. Exercice : Planche d'exercices (ex 1 à 2).....	14
II - Caractéristiques d'un son	17
A. TP -Comment un haut-parleur peut-il émettre un son ?.....	17
B. Synthèse.....	18
C. TP - Voix vs diapason.....	19
D. Synthèse.....	19
III - Caractéristiques de l'onde sonore	21
A. Synthèse.....	21
B. T.P. Noté - Étude des sons.....	22
C. À retenir.....	24
D. Exercice : Planche d'exercices (ex 3 à 9).....	24
IV - Évaluation	27

A. Grilles.....	27
B. Première partie - Généralités.....	29
C. Deuxième partie - Étude d'une note.....	31
D. Annexe.....	33
V - Documents ressources	35
A. Fichiers à télécharger.....	35





Objectifs

- Comment émettre un son ?
- Comment capter un son ?
- Qu'est-ce qu'un son ?
- Quels instruments utiliser ?



Introduction

SL 2	Comment un son se propage-t-il ?		Cycle terminal Tronc commun
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
Mettre en évidence expérimentalement que la propagation d'un son nécessite un milieu matériel. Mesurer la vitesse de propagation d'un son dans l'air.	Savoir que la propagation d'un son nécessite un milieu matériel. Savoir que la vitesse du son dépend du milieu de propagation.	Expérience de la sonnette sous une cloche à vide. Comparaison de la vitesse du son dans différents milieux (air, eau, acier...).	
Déterminer expérimentalement la longueur d'onde d'un son en fonction de sa fréquence. Utiliser la relation $\lambda = v.T$ Établir expérimentalement la loi de la réflexion d'une onde sonore.	Connaitre la relation entre la longueur d'onde d'un son, sa vitesse de propagation et sa période : $\lambda = v.T$	Utilisation d'un banc à ultrasons. Observation de l'atténuation d'un son en fonction de la distance.	

Extraits des programmes

Influence du milieu sur la propagation d'un son

Investigation - Avalanches	9
Synthèse	10
Investigation - Bataille spatiale	11
À retenir	12
Investigation - Tonnerre	13
À retenir	14
Exercice : Planche d'exercices (ex 1 à 2)	14

A. Investigation - Avalanches



Question 1

Comment expliquer cette avalanche ?

Mon hypothèse :

- .
- .
- .

Hypothèse retenue par le groupe :

- .
- .
- .

Question 2

Vérification

À l'aide du matériel suivant, réaliser un protocole permettant de valider l'hypothèse du groupe.

- grand bocal
- membrane fine
- sel

Le protocole proposé devra être accompagné d'un schéma légendé et préciser les manipulations effectuées.

Schéma	Protocole
	<ul style="list-style-type: none">......

Question 3

Observation(s)	Conclusion(s)
<ul style="list-style-type: none">.....	<ul style="list-style-type: none">.....

B. Synthèse



Fondamental: À noter

Les sons sont produits par des objets en **vibration**.



Fondamental: À noter

Pour entretenir un son il faut entretenir les vibrations sinon elles s'amortissent et le son disparaît.



Influence du milieu sur la propagation d'un son

Fondamental: À noter

Ces vibrations sont transmises aux particules du milieu de proche en proche : c'est la **propagation**.



Exemple : Les avalanches



Certaines plaques de neige en montagne sont parfois peu stables.

Un son d'une forte intensité peut être à l'origine d'une avalanche en faisant sur les molécules de neige le même effet qu'une explosion...



Fondamental: À noter

Les particules du milieu ont un mouvement de va-et-vient autour de leur position au repos : elles **oscillent**.

Le son se déplace donc depuis une source ou émetteur jusqu'à un récepteur.

- **Exemples d'émetteurs** : haut-parleur, instrument de musique, cordes vocales, diapason...
- **Exemples de récepteurs** : microphone, oreille.

C. Investigation - Bataille spatiale



Question 1

Quel est le problème scientifique que l'on peut remarquer dans tous les films simulant des batailles spatiales ?

Mon hypothèse :

-
-
-

Hypothèse retenue par le groupe :

- .
- .
- .

Question 2

Vérification

À l'aide du matériel suivant, réaliser un protocole permettant de valider l'hypothèse du groupe.

- Source de bruit (réveil, téléphone, autre)
- Caisson étanche (cloche en verre)
- Pompe à vide
- Baromètre
- Sonomètre

Le protocole proposé devra être accompagné d'un schéma légendé et préciser les manipulations effectuées.

Schéma	Protocole
	<ul style="list-style-type: none">......

Question 3

Observation(s)	Conclusion(s)
<ul style="list-style-type: none">.....	<ul style="list-style-type: none">.....

D. À retenir



Fondamental: À noter



La propagation d'un son nécessite la présence de particules et donc un **milieu matériel**.

Les sons ne se propagent pas dans le vide.

E. Investigation - Tonnerre



Coup de foudre (éclair nuage-sol)

Pourquoi entendons-nous le tonnerre après avoir vu l'éclair ?
Comment déterminer la distance à laquelle est tombée la foudre ?

Mon hypothèse :

-
-
-

Hypothèse retenue par le groupe :

-
-
-

Question 1

Vérification

À l'aide du matériel suivant, réaliser un protocole permettant de valider l'hypothèse du groupe.

- Source de bruit

Influence du milieu sur la propagation d'un son

- Sonomètre
- Règle graduée
- Système d'enregistrement (ExAO : ordinateur + console d'acquisition)

Le protocole proposé devra être accompagné d'un schéma légendé et préciser les manipulations effectuées.

Schéma	Protocole
	<ul style="list-style-type: none">••••••

Question 2

Observation(s)	Conclusion(s)
<ul style="list-style-type: none">•••••	<ul style="list-style-type: none">•••••

F. À retenir

À noter

Dans l'air la vitesse des sons est environ 340 m/s.

La vitesse du son dépend des caractéristiques du milieu (composition, pression, température) mais pas du son lui-même.

Deux sons différents se propagent à la même vitesse dans le même milieu.

Ce principe a de nombreuses applications en médecine notamment l'échographie.

G. Exercice : Planche d'exercices (ex 1 à 2)

Exercice 1

Exercice 1 : Lors d'un orage, le bruit du tonnerre est perçu 10 secondes après la vision de l'éclair. A quelle distance de l'observateur est tombée la foudre ?

La foudre est tombée à m (soit km) de l'observateur.

Exercice 2

Influence du milieu sur la propagation d'un son

Exercice 2 : Dans certaines bandes dessinées, on voit des indiens coller leur oreille sur le rail en acier du chemin de fer pour entendre le train approcher.

1. Pourquoi utiliser cette méthode pour écouter ?
 2. Calculer le temps mis par le son du train pour se propager depuis une distance de 5 km dans l'air.
 3. Même question si le son se propage dans l'acier ? (vitesse du son dans l'acier : 5 050 m/s)
2. Arrondis au dixième, le son du train met s pour parcourir 5 km dans l'air.
3. Arrondis au dixième, le son du train met s pour parcourir 5 km dans l'acier.

Caractéristiques d'un son

TP -Comment un haut-parleur peut-il émettre un son ?	17
Synthèse	18
TP - Voix vs diapason	19
Synthèse	19

A. TP -Comment un haut-parleur peut-il émettre un son ?

Fonctionnement du haut-parleur

Matériel 1 :

- un haut-parleur
- un générateur de tension basse fréquence (GBF)
- des câbles électriques

Protocole 1 :

- **Brancher** le haut parleur au GBF.
- **Régler** le GBF sur :
 - signal sinusoïdal
 - fréquence : 1Hz

Question 1

Réaliser le protocole 1.

Noter vos observations.

Question 2

Augmenter la fréquence d'alimentation du haut-parleur GBF.

Noter vos observations.

Enregistrement audio à la sortie du haut-parleur

Matériel 2 :

- un micro
- un système d'enregistrement (ExaO : ordinateur + console d'acquisition)

Protocole 2 :

- **Réaliser** le protocole 1 :
- **Ajouter** le micro à 20 cm du haut parleur.

- **Relier** le micro au système d'enregistrement.
- **Configurer** le logiciel d'acquisition :
 - abscisse : temps
 - durée acquisition : 100 ms
 - ordonnée : son
 - nombre de points : 301

Question 3

Réaliser le protocole 2.

Lancer trois acquisitions :

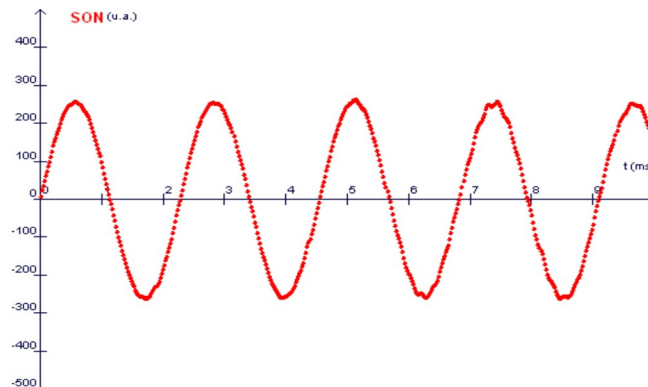
- F50 : régler le GBF sur une fréquence $f_{\text{GBF}} = 50 \text{ Hz}$
- F200 : régler le GBF sur une fréquence $f_{\text{GBF}} = 200 \text{ Hz}$
- F440 : régler le GBF sur une fréquence $f_{\text{GBF}} = 440 \text{ Hz}$

B. Synthèse

À noter

Lorsqu'on relie le haut-parleur à un générateur basse fréquences, la membrane qui le constitue vibre. Le haut-parleur émet un son.

Lorsqu'on enregistre ce son, on observe alors une courbe sinusoïdale sur l'oscillogramme.



À noter - Hauteur d'un son

On constate que plus la fréquence est basse, plus le son est **grave**. Lorsque la fréquence augmente le son est de plus en plus **aigu**.

Les sons audibles par l'oreille humaine ont des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 000 Hz. On sépare les sons en trois catégories :

- Graves (20 Hz à 300 Hz)
- Médiuns (300 à 1 500 Hz)
- Aigus (1 500 à 20 000 Hz)

On appelle **ultrasons**, des sons dont la fréquence est supérieure à 20 000 Hz.

C. TP - Voix vs diapason

Matériel :

- un diapason
- un micro
- un système d'enregistrement (ExAO : ordinateur + console d'acquisition)

Protocole :

- **Relier** le micro au système d'enregistrement.
- **Configurer** le logiciel d'acquisition :
 - abscisse : temps
 - durée acquisition : 100 ms
 - ordonnée : son
 - nombre de points : 301

Question 1

Réaliser le protocole.

Lancer deux acquisitions :

- diapason : enregistrer le "LA" émis par le diapason
- voix : enregistrer le "LA" émis par votre voix

Question 2

Comparer les deux oscillogrammes obtenus.

D. Synthèse

À noter - Timbre d'un son

Un son pur est produit par des vibrations dont l'enregistrement est une sinusoïde (diapason ou HP alimenté par un GBF) alors qu'un son complexe est produit par des vibrations périodiques mais non sinusoïdales (instrument de musique ou cordes vocales).

Réflexion d'une onde sonore

Lien *internet*¹.

1 - https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CDsQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.maths-sciences-pro.fr%2Fpages%2Fseq3_SL2.php&ei=TmM2Ud7zK46pOu3-gMAI&usg=AFQjCNGMhwwwvvsNsu1tHYN9ac3MxxN1ddw&sig2=ElrsFgG6nXyJUFZW1_-9-w

Caractéristiques de l'onde sonore

Synthèse	21
T.P. Noté - Étude des sons	22
À retenir	24
Exercice : Planche d'exercices (ex 3 à 9)	24

A. Synthèse

À noter

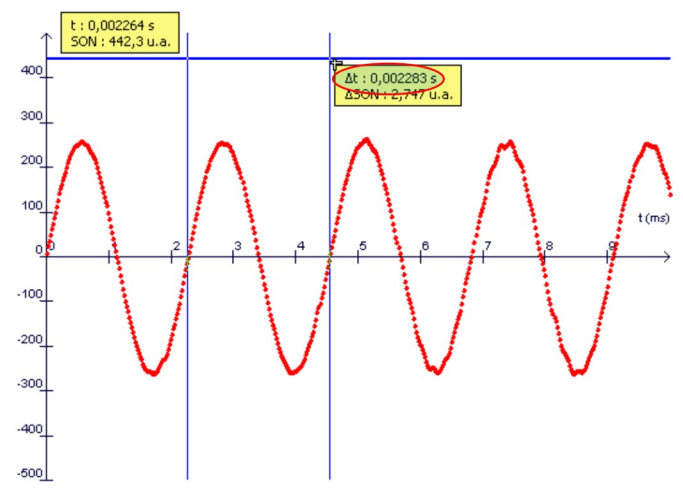
L'intensité d'un son se mesure grâce à un **sonomètre** et s'exprime en **décibels (dB)**.

Une onde sonore est périodique dans le temps.

Un son se caractérise par une onde sinusoïdale dont on peut déterminer la période, la fréquence et l'amplitude.

La période s'exprime en secondes et la fréquence en Hertz grâce à la formule :

- $f = \frac{1}{T}$.

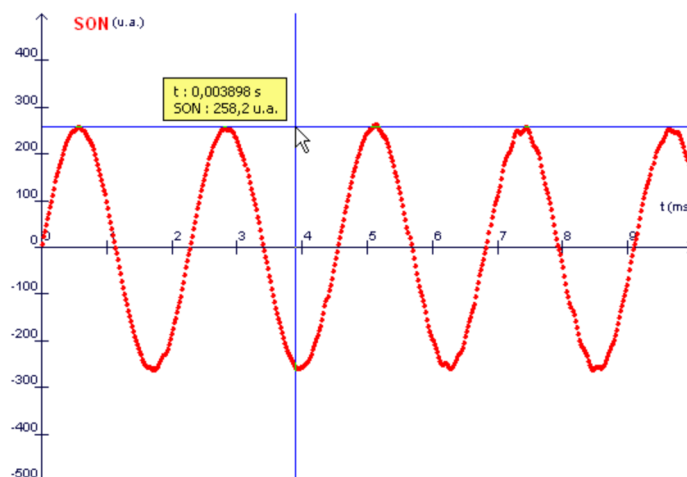




Exemple : Un calcul

- $f = \frac{1}{T}$
- $f = \frac{1}{0,002283 \text{ s}}$
- $f \approx 440 \text{ Hz}$

L'amplitude correspond au maximum atteint par la courbe sinusoïdale.



À noter - Longueur d'onde

Une onde sonore est aussi périodique dans l'espace.

La distance minimale entre deux points dans le même état vibratoire se nomme la longueur d'onde et se note λ .

B. T.P. Noté - Étude des sons

On cherche à étudier les caractéristiques d'un son. Pour cela on dispose d'un montage virtuel (TP son) composé :

- d'une source sonore : piano relié à un haut-parleur,
- de deux récepteurs : deux microphones mobiles,
- d'un oscilloscope permettant de visualiser le signal reçu par chaque micro.

Mesures d'atténuation

première partie

Question 1

1. Placer les deux micros à 1m du haut-parleur.

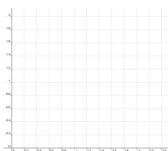
Régler le volume sur 50, la base de temps sur 1ms/div et les deux voies sur 500 $\mu\text{V}/\text{div}$.

Mesurer l'amplitude de la tension observée à l'oscilloscope en déplaçant le micro en différents endroits.

Compléter le tableau puis placer les points dans le repère.

Caractéristiques de l'onde sonore

Distance (micro/HP) En mètre (m)	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
Amplitude (mV)								



Question 2

2. Comment varie l'amplitude avec la distance ?

Question 3

3. Que se passe-t-il pour l'amplitude si on place le micro à une distance deux fois plus grande ? Dans quelle proportion est-elle multipliée ou divisée ?

Fréquences et longueurs d'onde

Deuxième partie du TP

Question 4

4. Remettre le micro à 1 mètre du haut-parleur puis vérifier les périodes données sur la deuxième ligne du tableau suivant.

Notes	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si
T (ms)	3,8	3,4	3	2,9	2,6	2,3	2
F (Hz)							
λ (m)							
$\frac{\lambda}{T}$							

Question 5

5. En déduire les valeurs des fréquences des notes.

Question 6

6. Choisir une note, puis placer les deux micros à 1m du haut-parleur. Déplacer ensuite le micro 2 jusqu'à ce que les deux signaux soient en phase (ils passent par un maximum et par un minimum en même temps). Mesurer alors la longueur qui sépare les deux micros : c'est la longueur d'onde λ . Compléter ainsi la 4ème ligne du tableau.

Question 7

7. La longueur d'onde varie-t-elle en fonction de la note ?

Question 8

8. Comment évolue λ en fonction de f ?

Question 9

9. Compléter la dernière ligne du tableau en calculant les rapports λ/T .

Question 10

10. Que remarque-t-on à propos des rapports λ/T ?

Question 11

11. En déduire la relation liant λ , T et la vitesse v de propagation de l'onde.

C. À retenir

À noter

Un son de fréquence $f = \frac{1}{T}$ se propageant à une vitesse V possède une longueur d'onde λ telle que :

- $\lambda = VT$

avec λ en m, T en s et V en m/s.

D. Exercice : Planche d'exercices (ex 3 à 9)

Exercice 3

Exercice 3 :

1. Calculer la vitesse de propagation d'une onde sonore de période $T = 20$ ms et de longueur d'onde $\lambda = 3$ cm.
2. Calculer la vitesse de propagation d'une onde sonore de fréquence $f = 2\,500$ Hz et de longueur d'onde $\lambda = 15$ cm.

1. La vitesse de propagation de l'onde sonore de période 20ms et de longueur d'onde 3 cm est de m/s.

2. La vitesse de propagation de l'onde sonore de fréquence 2 500 Hz et de longueur d'onde 15 cm est de m/s

Exercice 4

Exercice 4 : Chaque note de musique possède sa propre fréquence. Par exemple, la note La3 émise par un diapason a une fréquence de 440 Hz.

1. Calculer la période en secondes, puis en millisecondes du La3.
2. Calculer la longueur d'onde du La3 dans l'air, l'eau, l'acier et le verre. Que remarque-t-on ?

Milieux	Air	Eau	Acier	verre
Vitesse (en m/s)	340	1500	5050	550

1. Avec trois chiffres significatifs, la période en seconde du La3 est de s. Arrondis au centième, cette période vaut donc ms.

2.a) Dans l'air, la longueur d'onde arrondie au centième vaut m.

2.b) Dans l'eau, la longueur d'onde arrondie au centième vaut m.

2.c) Dans l'acier, la longueur d'onde arrondie au centième vaut m.

2.d) Dans le verre, la longueur d'onde arrondie au centième vaut m.

Exercice 5

Exercice 5 : Un son émis par un haut-parleur est capté par un microphone relié à l'oscilloscope. On observe l'oscillogramme suivant :



1. Quel type de signal observe-t-on ?

2. Calculer la période du son émis (allonge horizontale : 1 ms/div)

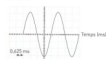
3. Calculer la fréquence du son émis

Caractéristiques de l'onde sonore

- La période du son est de ms, soit s.
- La fréquence est de Hz.

Exercice 6

EXERCICE : Dans un amplificateur, on effectue des mesures acoustiques. L'un de ces mesures, on a obtenu l'enregistrement ci-dessous en propagant dans l'air :



Remarque à l'attention :
1. Déterminer à l'aide de l'enregistrement la période et la fréquence de ce son.
2. En considérant la vitesse du son de 340 m/s , calculer la vitesse de son dans le vide.

- a) La période est de div, soit ms, soit s.
- b) La fréquence est de Hz.
- 2) La vitesse du son est de m/s.

Exercice 6

Exercice 6 : Dans une grotte, une chauve-souris émet un son qui se réfléchit sur la paroi et provoque ainsi un écho. Cet écho est perçu 2 secondes après l'émission du son.

- A quelle distance la paroi rocheuse se trouve-t-elle approximativement de la chauve-souris ?
- Un obstacle se situe à 2 m devant la chauve-souris. Quel intervalle de temps sépare le son émis et l'écho perçu par la chauve-souris ?

1) En considérant la vitesse du son égale à 340 m/s , la paroi se trouve à une distance de

Exercice 7

Exercice 7 : En échographie, pour explorer le cœur, on utilise des ondes ultrasonores de fréquence 2 MHz

- Quelle est leur longueur d'onde dans l'air, sachant que leur vitesse de propagation est de 340 m/s
- Quelle est leur longueur d'onde dans les tissus cellulaires où leur vitesse de propagation est de l'ordre de 1500 m/s ?

Exercice 8

Exercice 8 : Un sonar utilise un émetteur-récepteur d'ultrasons. Il mesure le temps mis par les ultrasons pour effectuer l'aller-retour entre le sonar et l'obstacle (fond marin, banc de poisson, épave d'un navire...). Puis l'appareil affiche la profondeur d qui sépare le sonar de l'obstacle. La vitesse des ultrasons dans l'eau de mer est égale à 1500 m/s .

- L'onde sonore se répercute sur l'épave d'un navire échoué. A quelle profondeur se trouve-t-il si le récepteur reçoit l'onde émise avec un décalage de temps de $0,05 \text{ s}$?
- Le sonar envoie des impulsions sonores tous les 20 ms . Calculer la distance maximale à laquelle doit se trouver l'obstacle si on veut que le premier écho soit perçu avant l'émission de la seconde impulsion.

Exercice 9

EXERCICE : Une voiture est équipée d'un système comportant un émetteur et un récepteur d'ultrasons placés côte à côte à l'arrière du véhicule. Lors d'une manœuvre, une autre ultrason est émise et réfléchi par un obstacle puis détectée par le récepteur 9 ms après l'émission, la vitesse du son étant considérée comme égale à 340 m/s .

- Quel principe est utilisé dans ce système ?
- Construire le rayon réfléchi.



- On considère que le rayon incident est horizontal. Déterminer à quelle distance se trouve l'obstacle.

Grilles	27
Première partie - Généralités	29
Deuxième partie - Étude d'une note	31
Annexe	33

A. Grilles

NOM :	Prénom :
-------------	----------------

Capacités	Mettre en évidence expérimentalement que la propagation d'un son nécessite un milieu matériel. Mesurer la vitesse de propagation d'un son dans l'air. Déterminer expérimentalement la longueur d'onde d'un son en fonction de sa fréquence. Utiliser la relation : $\lambda = v \cdot T$
Connaissances	Savoir que la propagation d'un son nécessite un milieu matériel. Savoir que la vitesse du son dépend du milieu de propagation. Connaître la relation entre la longueur d'onde d'un son, sa vitesse de propagation et sa période : $\lambda = v \cdot T$
Attitudes	Sens de l'observation, goût de chercher et de raisonner, rigueur et précision.

Grille d'évaluation			
S'approprier	Rechercher, extraire, organiser l'information utile.	1.	<input type="checkbox"/>
	Comprendre la problématique du travail à réaliser. Montrer qu'il connaît le vocabulaire, les symboles, les grandeurs et les unités mises en œuvre.	3. 5.	<input type="checkbox"/>
Analyser	Analyser la situation avant de réaliser une expérience.	2.	<input type="checkbox"/>
	Formuler une hypothèse. Proposer une modélisation.	10.	<input type="checkbox"/>
	Choisir un protocole ou le matériel / dispositif expérimental.		
Réaliser	Organiser son poste de travail.	8.	<input type="checkbox"/>
	Mettre en œuvre un protocole expérimental.	Appel 2	
	Utiliser le matériel choisi ou mis à sa disposition.		<input type="checkbox"/>
	Manipuler avec assurance dans le respect des règles de sécurité.	11.	<input type="checkbox"/>

Valider	Exploiter et interpréter des observations, des mesures	4. 6. 7.	<input type="checkbox"/>
	Vérifier les résultats obtenus. Valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi	9. 12.	<input type="checkbox"/>
Communiquer	Rendre compte d'observation et des résultats des travaux réalisés.	1.	
	Présenter, formuler une conclusion, expliquer, représenter, argumenter, commenter.	2. Appel 1	<input type="checkbox"/>
		10.	
Note		10	

B. Première partie - Généralités

1. Expliquer en quelques lignes ce qu'est un son et comment il se propage.

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

Options de publication...

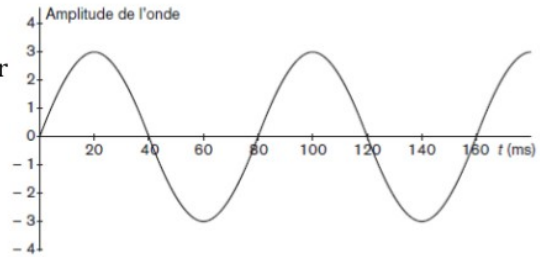
2. Proposer une démarche expérimentale permettant de mettre en évidence la nécessité d'un milieu de propagation.

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



Appel n° 1 : appeler le professeur pour lui expliquer votre démarche.

3. Le schéma ci-contre représente l'oscillogramme d'une onde sonore se propageant dans le granit du mur d'un bâtiment.



Déterminer graphiquement sa période T.

.....

.....

4. Calculer alors sa fréquence f.

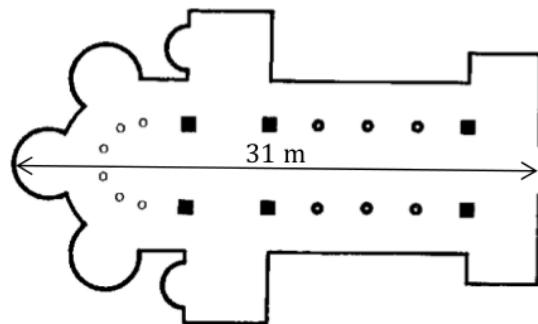
.....

5. Déterminer graphiquement son amplitude.

.....

6. Le plan d'un bâtiment de style roman est reproduit ci-dessous.

Un opérateur placé à l'entrée émet un signal sonore. Le signal sonore se réfléchit à l'autre bout du bâtiment, à 31m de l'entrée.



Le temps entre l'émission du son par l'opérateur et la réception de l'écho est $t = 182 \text{ ms}$.

Calculez en m/s la célérité du son dans l'air et arrondissez le résultat à 0,1 m/s près.

.....

.....



7. Cela est-il conforme à vos connaissances ? Justifier votre réponse.

.....
.....

C. Deuxième partie - Étude d'une note

Vous devez vérifier les caractéristiques (fréquence et longueur d'onde) de la note Fa.

Vous disposez pour cela d'un montage composé :

- D'une source sonore,
- De deux microphones mobiles,
- D'un oscilloscope permettant de visualiser le signal reçu par chaque microphone.

8. Régler la source pour qu'elle émette un Fa puis déterminer graphiquement sa période en ms.

.....

9. Vérifier alors que sa fréquence est égale à 345 Hz.

.....

.....

10. Comment procéder pour déterminer expérimentalement la longueur d'onde de cette note.

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



Appel n° 2 : réaliser la manipulation devant le professeur.

11. Déterminer la longueur d'onde : $\lambda = \dots\dots\dots$ m.

12. Vérifier si cette mesure est correcte grâce à un calcul.

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

D. Annexe

Fréquence (Hz) : $f = \frac{1}{T}$ avec T en s.

Longueur d'onde (m) : $\lambda = V \times T$ avec V en m/s et T en s.

Vitesse de propagation du son dans l'air : 340 m/s.





Documents ressources

Fichiers à télécharger

35

A. Fichiers à télécharger