

Ondes mécaniques. **AE : Un exemple d'ondes sinusoïdales, les ultrasons**

Contexte : Une **onde** est la propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation réversible de propriétés physiques locales. Elle transporte de l'énergie sans transporter de matière. Les ondes sont omniprésentes autour de nous (ondes sismiques, ondes sonores, ...). Les plus courantes sont mécaniques ou électromagnétiques, peuvent être périodiques ou non. Nous allons nous intéresser à une catégorie particulière des ondes (ultra) sonores.

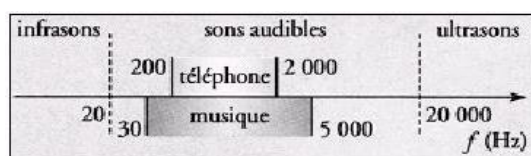
I – PRESENTATION DES ULTRASONS

S'approprier, Communiquer

Document 1 : C'est en 1883 que le physiologiste anglais Francis Galton invente un "sifflet à ultrasons". En soufflant dans ce sifflet, l'homme ne perçoit rien alors que les chiens réagissent ! Mais c'est surtout la découverte en 1880, de la piézo-électricité, par les frères Pierre et Jacques Curie, qui a permis après 1883, de produire facilement des ultrasons et de les utiliser. En 1915, Paul Langevin met au point la détection des sous-marins au moyen des ultrasons, ouvrant ainsi un champ d'applications à ces vibrations non audibles. Depuis, les ultrasons sont utilisés dans de nombreux domaines (médical, industriel, alimentaire, téléphonie, etc ...).
D'après <http://www.palais-decouverte.fr>

Document 2 : Domaine de fréquences audibles pour l'oreille humaine

D'après « Physique Chimie 2nde, Hachette Education



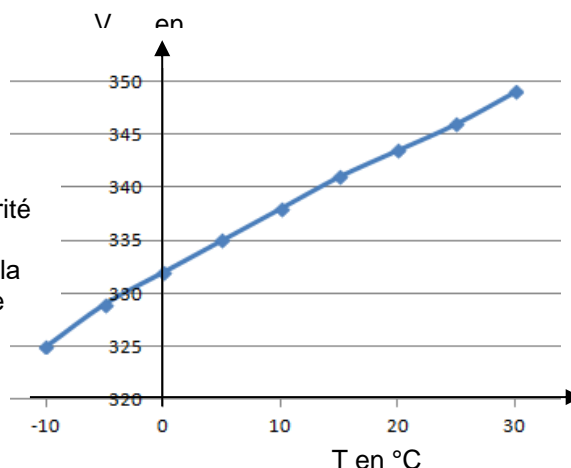
Document 3 :

Les mesures de célérités des ultrasons ont été réalisées à 20 °C (1013 hPa).

milieu de propagation	célérité en m.s ⁻¹
air	343
eau	1480
PVC rigide	2400
verre	5300
granite	6200

Document 4 :

Les mesures de la célérité des ultrasons ont été réalisées dans l'air et à la pression atmosphérique



Document 5 : On se réfèrera aux Documents de l'AE précédente :

« **Comment à partir de vidéo déterminer la vitesse de propagation d'une onde ?** »

Une onde est qualifiée de **mécanique** lorsqu'elle transporte, **dans un milieu matériel**, de l'énergie sans transporter de matière. Elle est dite « **transversale** » si le déplacement des points du milieu atteints par la perturbation est perpendiculaire à la direction de la propagation (Doc 4). Au contraire, on la qualifie de « **longitudinale** » si ce déplacement est parallèle à la direction de la propagation : la perturbation s'accompagne alors d'une suite de compressions et de dilatations du milieu (Doc 5). Les ondes sonores correspondent au cas du Doc 5.

À l'aide des documents joints, présentez les ultrasons en 10 lignes maximum.

II – L'EMETTEUR UTILISE EMET-IL DES ONDES ULTRASONORES ? **Communiquer, Analyser, Réaliser**

Matériel disponible : Un émetteur d'ondes alimenté, un récepteur d'ondes, des fils, un ordinateur avec utilisation du logiciel Latispro en mode permanent, un mètre.

Version simulation : Le liens vers les simulateurs 1 et 2 sont aussi disponibles sur [chimphys](http://chimphys.fr).

Un émetteur d'ondes alimenté, 2 récepteurs d'ondes (micro), des fils, un oscilloscope, un mètre.

Un oscilloscope est une version analogique d'une carte d'acquisition (utilisée avec un logiciel de commande type Latispro). Sur un oscilloscope, il fallait choisir la durée de balayage : par exemple sur l'animation 1 : elle est de 0,2 ms/div : ce qui signifie que 1,0 cm sur l'axe des abscisses correspond à 0,2 ms.

1 – À l'aide de la simulation mis à disposition, proposer des calculs permettant de vérifier que l'émetteur mis à votre disposition émet bien des sons de fréquence 1 kHz (simulation1), des ultrasons (simulation 2)

Version non simulée : Le protocole expérimental doit expliciter la façon dont vous allez utiliser le matériel, les mesures à réaliser, ainsi que les éventuels calculs à effectuer pour répondre au problème posé.

III – QUELLE EST LA CELERITE DES ONDES ULTRASONORES ? analyser, réaliser, valider

Matériel disponible : Un émetteur d'ondes alimenté, deux récepteurs d'ondes, des fils, un ordinateur avec utilisation du logiciel Latispro en mode permanent (oscilloscope), un mètre.

Version simulée et non simulée identique : sons de fréquence 1 kHz ([simulation1](#)), des ultrasons ([simulation 2](#))

1 – À l'aide du matériel mis à disposition, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer expérimentalement la célérité des ultrasons.

Le protocole expérimental doit expliciter la façon dont vous allez utiliser le matériel, les mesures à réaliser, ainsi que les éventuels calculs à effectuer pour répondre au problème posé. Un schéma sera proposé.

2 – Réaliser le protocole et répondre à la question posée.

3 – Comparer la valeur obtenue expérimentalement avec la valeur théorique.

Calculer l'écart relatif par rapport à la valeur théorique.

Quelles peuvent être les sources d'erreur que l'on rencontre dans cette mesure ?

IV – QUELLE EST LA LONGUEUR D'ONDE DES ONDES ULTRASONORES ?

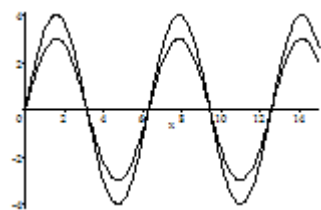
analyser, réaliser, valider

Matériel disponible : Un émetteur d'ondes alimenté, un récepteur d'ondes, des fils, un ordinateur avec utilisation du logiciel Latispro en mode permanent (oscilloscope), un mètre.

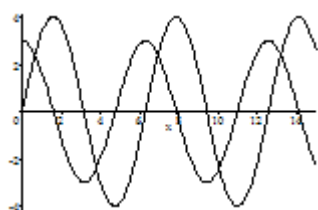
La longueur d'onde notée λ d'une onde périodique

La longueur d'onde, notée λ (lettre lambda en grec), est une grandeur caractéristique des ondes périodiques.

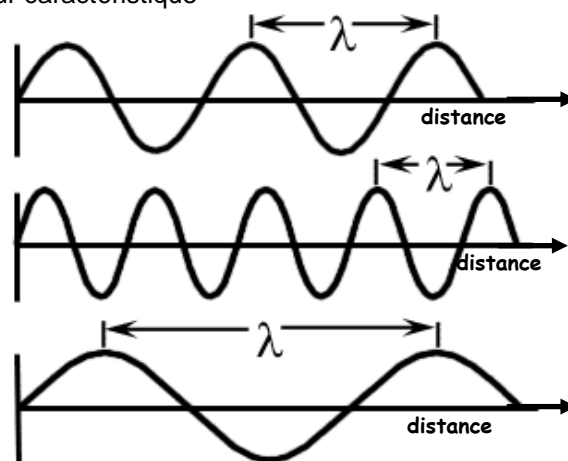
Elle correspond à la distance parcourue par l'onde pendant une période T. Concrètement, c'est la plus petite distance séparant deux points qui vibrent en phase.



Les 2 ondes sont en phase



Les 2 ondes ne sont pas en phase



1 – Régler l'émetteur d'ultrasons sur continu, brancher le récepteur 1 sur la voie EA0 et le récepteur 2 sur la voie EA1. Placer les deux récepteurs côte à côte à une vingtaine de cm de l'émetteur et visualiser les 2 par exemple. Positionner précisément les 2 récepteurs pour que les signaux lus sur l'écran soient en phase. Reculer doucement le récepteur 2 afin d'atteindre la position la plus proche pour que les signaux soient à nouveau en phase. Noter la distance parcourue par le récepteur 2.

Version simulation : On utilisera la ([simulation1](#)) à une fréquence de 1 kHz

🌀 Appel professeur 1 pour vérification ou en cas de difficultés

2 – En déduire la longueur d'onde des ultrasons en justifiant la réponse.

3.1. Afin de gagner en précision, proposer un protocole expérimental permettant de mesurer plus précisément cette longueur d'onde.

🌀 Appel professeur 2 pour vérification ou en cas de difficultés

Réaliser le protocole puis en déduire une valeur plus précise de la longueur d'onde des ultrasons utilisés.

La longueur d'onde λ , la période T et la célérité c des ondes périodiques sont liées par une seule des relations ci-dessous :

$$\lambda \times c = T \qquad \frac{T}{c} = \lambda \qquad c \times T = \lambda$$

3.2. À l'aide d'une analyse dimensionnelle, retrouver la relation qui lie la longueur d'onde λ , la période T et la célérité c des ondes périodiques.

3.3. En déduire la relation liant la longueur d'onde λ , la fréquence f et la célérité c des ondes périodiques.

3.4. Vérifier que les ultrasons utilisés vérifient cette relation.

Version simulation : On utilisera ici la ([simulation 2](#))