

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

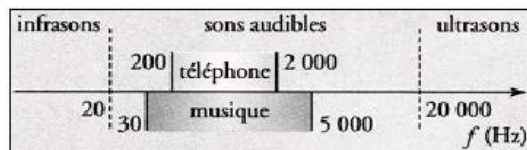
**Contexte :** Une **onde** est la propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation réversible de propriétés physiques locales. Elle transporte de l'énergie sans transporter de matière. Les ondes sont omniprésentes autour de nous (ondes sismiques, ondes sonores, ...). Les plus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

### **PRESENTATION DES ULTRASONS** S'approprier, Communiquer (en fin d'activité si temps)

**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



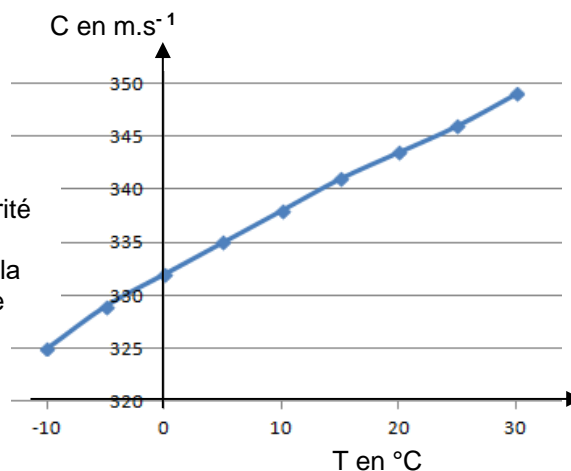
#### **Document 3 :**

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

milieu de propagation	célérité en m.s <sup>-1</sup>
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 référera 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.

D'après « physique TS Editions Nathan 2006 »

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

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

Le Fichier [Aide Latispro](#) est disponible sur Chimphys

**1 – À l'aide du matériel mis à disposition, proposer un protocole expérimental permettant de montrer que l'émetteur mis à votre disposition émet bien 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.

**ATTENTION ! 15V est une tension trop grande pour être observée avec le logiciel d'acquisition LATIS-PRO.**

👉 Appel professeur 1 pour vérification du protocole ou en cas de difficultés

**2 – Réaliser le protocole et répondre à la question posée en justifiant. Visualiser le signal (Touche F10)**

👉 Appel professeur 2 pour vérifications ou en cas de difficultés.

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

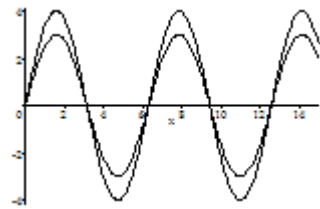
analyser, réaliser, valider

**Matériel disponible :** Un émetteur d'ondes alimenté (mode sinusoïdal permanent), 2 récepteurs d'ondes, des fils, un ordinateur avec Latispro en mode permanent (oscilloscope), un mètre.

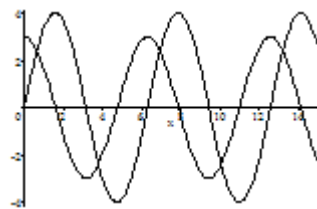
### La longueur d'onde notée $\lambda$ d'une onde périodique

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

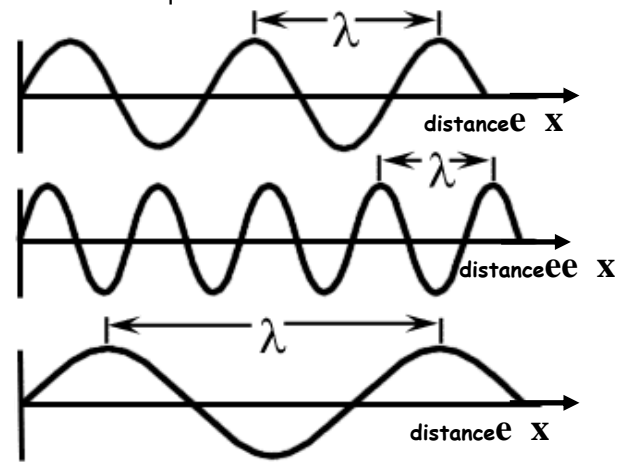
Elle correspond à la distance parcourue par l'onde pendant une période  $T$ . Concrètement, c'est la plus petite distance séparant deux points qui vibrent en phase.



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 V1 et le récepteur 2 sur la voie V2. Placer les deux récepteurs côte à côte à une dizaine de cm de l'émetteur et visualiser les 2 signaux (Touche F10). 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.

🌀 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 complément au protocole expérimental afin 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  $\lambda$ , la période  $T$  et la célérité  $c$  des ondes périodiques sont liées par une seule des relations ci-dessous :

$$\lambda \times c = T$$

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

$$c \times T = \lambda$$

3.2. À l'aide d'une analyse dimensionnelle, retrouver parmi les 2 relations celle qui lie la longueur d'onde  $\lambda$ , la période  $T$  et la célérité  $c$  des ondes périodiques.

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

3.4. Vérifier que les ultrasons utilisés vérifient cette relation.

## III – QUELLE EST LA CELERITE DES ONDES ULTRASONORES ?

analyser, réaliser, valider

**Matériel disponible :** Un émetteur d'ondes alimenté (mode sinusoïdal salves courtes), 2 récepteurs d'ondes, des fils, un ordinateur avec logiciel Latispro en mode permanent (oscilloscope), un mètre.

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.

🌀 Appel professeur 1 pour vérification du protocole ou en cas de difficultés

2 – Réaliser le protocole et répondre à la question posée. Visualiser les 2 signaux (Touche F10)

🌀 Appel professeur 2 pour vérification ou en cas de difficultés

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 ?

**Question bonus si vous avez le temps :** À l'aide des documents, présentez les ultrasons en 10 lignes maximum.

# Compléments sur le matériel.

Un émetteur d'ultrasons alimenté par une tension continue de 15V (arrière du GBF) peut être :

- **Emetteur en mode « continu »**

Il s'agit d'un mode de fonctionnement où l'émetteur produit une onde sinusoïdale.

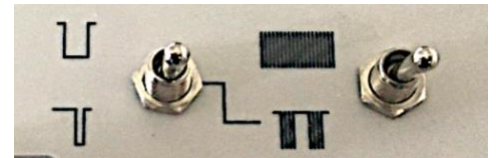
## Matériel par groupe

Un émetteur d'ultrasons alimenté par une tension continue de 15V  
2 détecteurs  
Une alimentation continue 15V ou 0 /12 V  
Une règle, Un ordinateur avec Latis pro.  
Un multimètre



- **Emetteur en mode « salve »**

Il s'agit d'un mode de fonctionnement où l'émetteur produit pendant un très court instant une succession d'ondes ultrasonores (appelé un train d'ondes ou salve) puis un silence. L'ensemble {train d'ondes + silence} se répète ensuite à intervalle de temps réguliers.



Parfois deux choix sont possibles :

1. **salve courte** : le train d'ondes a une durée de 1 ms et le silence de 4 ms (environ)
2. **salve longue** : le train d'ondes a une durée de 6 ms et le silence de 4 ms.