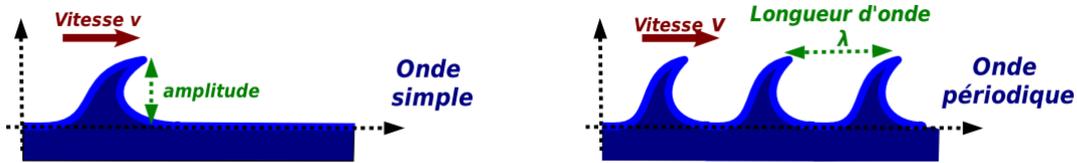


Chapitre 15 : Les ondes dans le diagnostic médical

1. Qu'est-ce qu'une onde ? [Rappels]



Définition :

Une onde est la **propagation** d'une **perturbation** qui transporte de l'énergie sans transporter de matière.

Exemples :

	Type d'onde	Type de perturbation
Ondes électromagnétiques (radio, lumière, UV, X, gamma)	Onde électromagnétique	Perturbation du champ magnétique et du champ électrique (une charge électrique et un aimant subissent une force quand une onde EM passe)
Son (dans l'eau, l'air, un solide)	Onde de « pression » (onde mécanique)	Modification locale de la pression
Séismes (tremblements de Terre)	Onde de « déglacement » (onde mécanique)	Déplacement du sol, dans 3 directions possibles
Vague sur l'eau	Onde de « déglacement vertical » Onde mécanique	Déplacement vertical de la surface de l'eau

Une onde se caractérise par :

- Sa vitesse de propagation dans le milieu (en m.s^{-1}) aussi appelée **célérité** ;
- Le type de la perturbation qui se propage (pression, déplacement, tension électrique,...) ;
- L'amplitude de la perturbation.

A RETENIR :

- Une onde peut être périodique, on définit alors sa période T (en s) et sa fréquence $f (= \frac{1}{T}$, en Hz).
- La vitesse de propagation d'une onde peut se déterminer par la relation suivante :

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

v = vitesse de propagation de l'onde (en m.s^{-1})
 d = distance parcourue par l'onde (en m)
 Δt = durée du parcours (en s)

- On définit la **longueur d'onde** λ (en m) d'une onde comme égale à la distance parcourue par l'onde pendant la durée T :

$$\lambda = v \times T = \frac{v}{f}$$

v = vitesse de propagation de l'onde (en m.s^{-1})
 T = période de l'onde (en s)
 f = fréquence de l'onde (en Hz)

2. Les ondes sonores

2.1. Définition

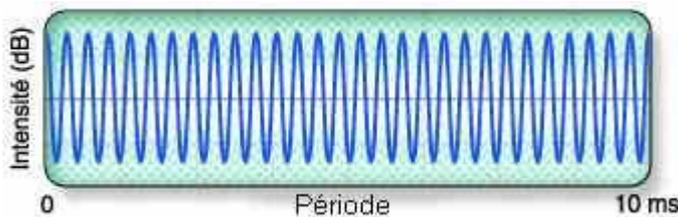
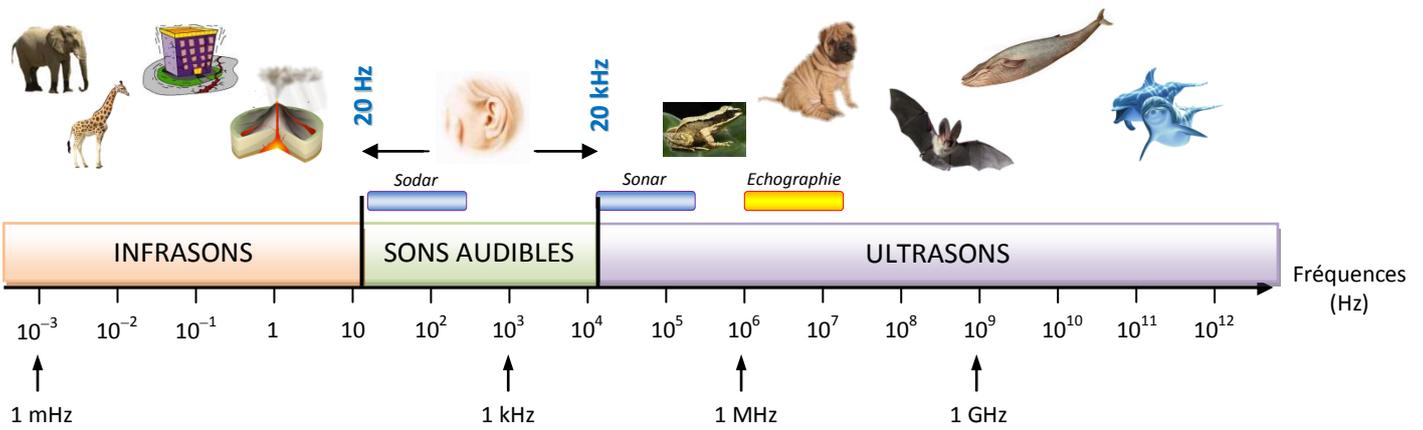
Définition :

Une onde sonore est la **propagation** de proche en proche, dans un milieu matériel, d'une compression/dilatation du milieu de propagation, sans transport de matière.

A RETENIR :

Une onde sonore se propage dans un milieu solide, liquide ou gazeux mais ne peut pas se propager dans le vide.

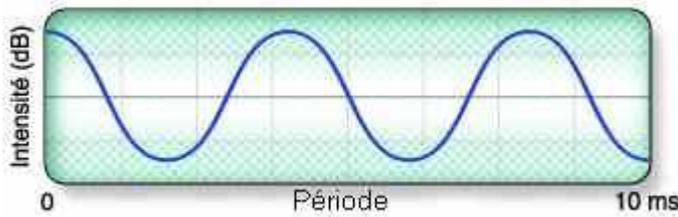
2.2. Domaine de fréquences



Son aigu

Cette sinusoïde représente un son pur correspondant à une fréquence de 3000 Hz.

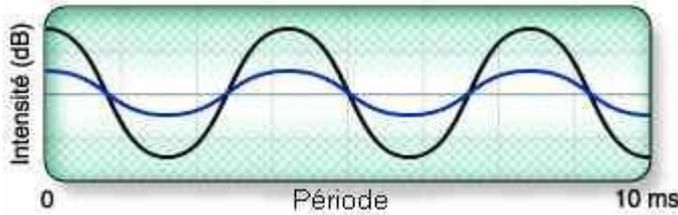
⇒ A une fréquence élevée correspond un son aigu.



Son grave

Cette sinusoïde représente un son pur correspondant à une fréquence de 300 Hz.

⇒ À une fréquence faible correspond un son grave.

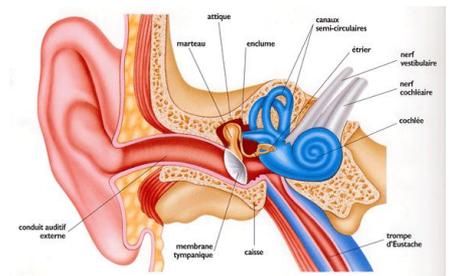


Sons fort (noir) et faible (bleu)

Ces sinusoïdes représentent des sons de même fréquence (300 Hz), mais d'intensités différentes.

A RETENIR :

- L'appareil auditif (oreille) est un récepteur sensible à des ondes sonores dont les fréquences (longueurs d'onde) sont comprises entre **20 Hz** (17 m) et **20 kHz** (1,7 cm) environ. On parle alors de **sons audibles**.



2.3. Célérité d'une onde sonore

La célérité du son dépend du milieu dans lequel il se propage :

- Elle est plus importante dans les solides que dans les liquides et dans les liquides que dans les gaz ;
- Dans les gaz, la célérité du son augmente de façon non négligeable avec la température ;
- La célérité est constante dans un milieu homogène donné.

Exemples :

	SOLIDE		LIQUIDE		GAZ			
Milieu	Acier	Verre	Eau de mer	Eau douce	Hydrogène	Hélium	Air (20°C)	Air (0°C)
Vitesse du son (m.s ⁻¹)	5000	5640	1560	1440	1300	972	340	331

A RETENIR :

La célérité du son dans l'air est de l'ordre de 340 m.s⁻¹.

Remarque :

Le **nombre de Mach** est un nombre sans dimension, noté Ma , qui exprime le rapport de la vitesse locale d'un fluide (par exemple l'air) sur la vitesse du son dans ce même fluide. Par extension, on peut associer un nombre de Mach à un objet se déplaçant dans un fluide. Ainsi, on dit d'un avion qu'il vole à « Mach 1 » si sa vitesse est égale à celle du son, à « Mach 2 » si sa vitesse correspond à deux fois la vitesse du son, et ainsi de suite.

$$\text{« Mach 1 »} \Leftrightarrow v = 340 \text{ m/s} = 1\,224 \text{ km/h}$$

3. Applications médicales

L'échographie

Le premier échographe était destiné à la recherche des tumeurs cérébrales. Il a été inventé par deux britanniques, J.J. Wild (médecin) et J. Reid (électronicien) en 1951.

L'échographie est une technique d'imagerie employant des ultrasons (onde de « pression ») :

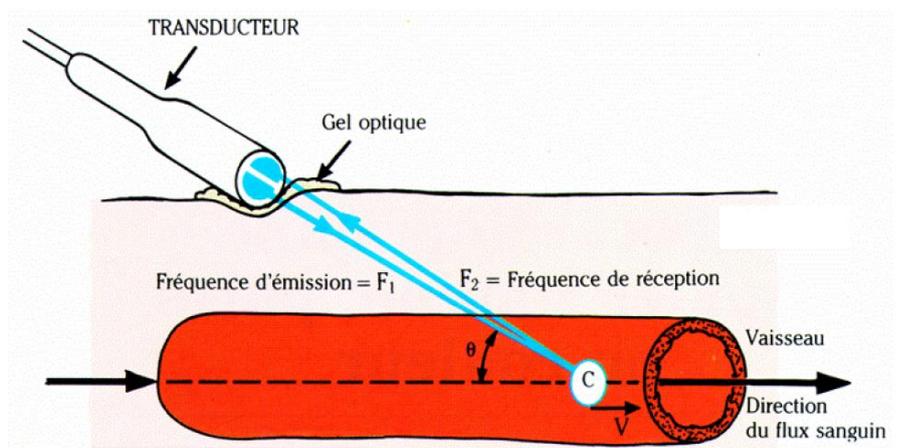
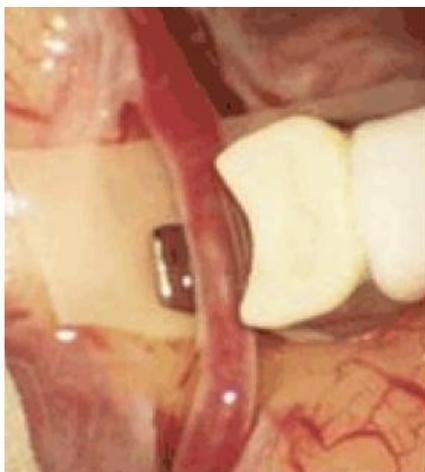


Principe : on mesure le temps de l'aller – retour d'un écho (d'une impulsion) pour cartographier les organes.

Remarque : quand le médecin radiologue fait une échographie, il faut que les ultrasons passent de la sonde à l'intérieur du corps sans être réfléchis sur la peau : le gel que le médecin étale entre la sonde et la peau permet aux ultrasons de facilement pénétrer dans le corps (l'atténuation des ondes ultrasonores est plus faible). En absence de gel, les ondes doivent franchir un espace plein d'air, et se réfléchiront alors sur l'interface corps/air.

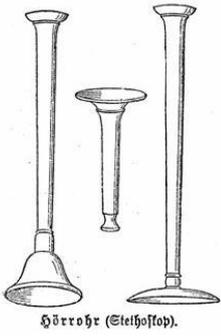
Vélocimétrie Doppler ultrasonore

Cette technique, utilisant les ultrasons et l'effet Doppler (modification de la fréquence de l'onde en fonction du déplacement), permet de mesurer le débit sanguin dans un vaisseau sanguin :



Le stéthoscope

Le stéthoscope a été inventé le 17 février 1816 en France, par le docteur René Laennec :



Principe : le ou les pavillons amplifient le son que produit chaque battement du cœur et permet ainsi de diagnostiquer ses dysfonctionnements.

On l'utilise aussi pour écouter le murmure respiratoire (son que produit la respiration), pour prendre la tension artérielle...

Chapitre 15 : Les ondes dans le diagnostic médical

Les objectifs de connaissance :

- Connaître les domaines de fréquences des sons audibles et du spectre visible ;
- Connaître une valeur approchée de la vitesse du son dans l'air ;
- Connaître la valeur de la célérité de la lumière dans le vide ou dans l'air ;
- Connaître les lois de Snell-Descartes.

Les objectifs de savoir-faire :

- Déterminer la vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'air ;
- Modéliser une technique utilisée en imagerie médicale (échographie) ;
- Déterminer un indice de réfraction.

Je suis capable de	Oui	Non
- Définir les mots : onde, onde sonore, onde électromagnétique, vitesse de propagation d'une onde. (cf. §1, §2, §3 et §4)		
- Le domaine de fréquence des sons audibles. (cf. §2.2)		
- Donner la vitesse de propagation d'une onde sonore. (cf. §2.3)		
- Expliquer le principe d'une échographie. (cf. §4)		

Chapitre 15 : Les ondes dans le diagnostic médical

Les ondes

Définition :

Une onde est la **propagation** d'une **perturbation** qui transporte de l'énergie sans transporter de matière.

Une onde se caractérise par :

- Sa vitesse de propagation dans le milieu (en m.s^{-1}) aussi appelée **célérité** ;

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

v = vitesse de propagation de l'onde (en m.s^{-1})

d = distance parcourue par l'onde (en m)

Δt = durée du parcours (en s)

- Si l'onde est périodique, alors on définit sa période T (en s) et sa fréquence F (en Hz). (cf. chapitre précédent)

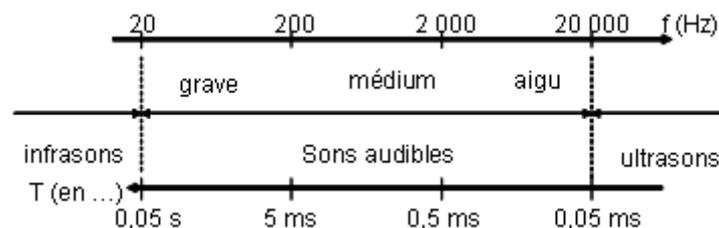
Les ondes sonores

Définition :

Une onde sonore est la **propagation** de proche en proche, dans un milieu matériel, d'une compression/dilatation du milieu de propagation, sans transport de matière.

- + Une onde sonore se propage dans un milieu solide, liquide ou gazeux mais pas dans le vide ;
- + La vitesse de propagation du son dans l'air est de l'ordre de 340 m.s^{-1} .

Domaine de fréquences :



Applications médicales

- L'échographie (ultrasons) ;
- Vélométrie Doppler ultrasonore ;
- Le stéthoscope (sons audibles).