

Chap 12 LES ONDES AU SERVICE DU DIAGNOSTIC MEDICAL

Objectifs :

- *Etudier les ondes que l'on utilise en imagerie médicale.*
- *Connaître une valeur approchée de la vitesse du son dans l'air.*

I Ondes sonores et ondes électromagnétiques :

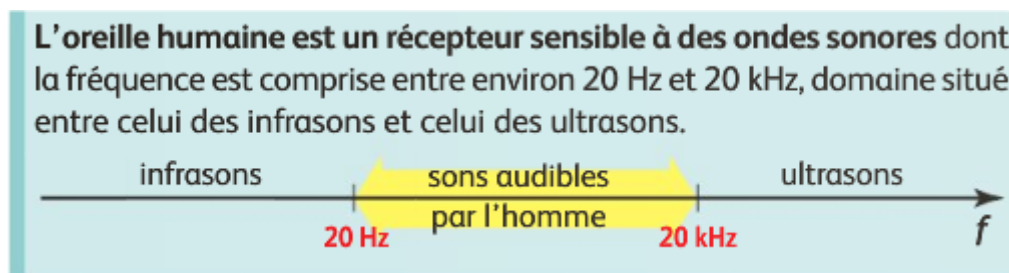
Une onde est un phénomène de propagation d'une perturbation sans transport de matière. C'est souvent une vibration à caractère périodique.

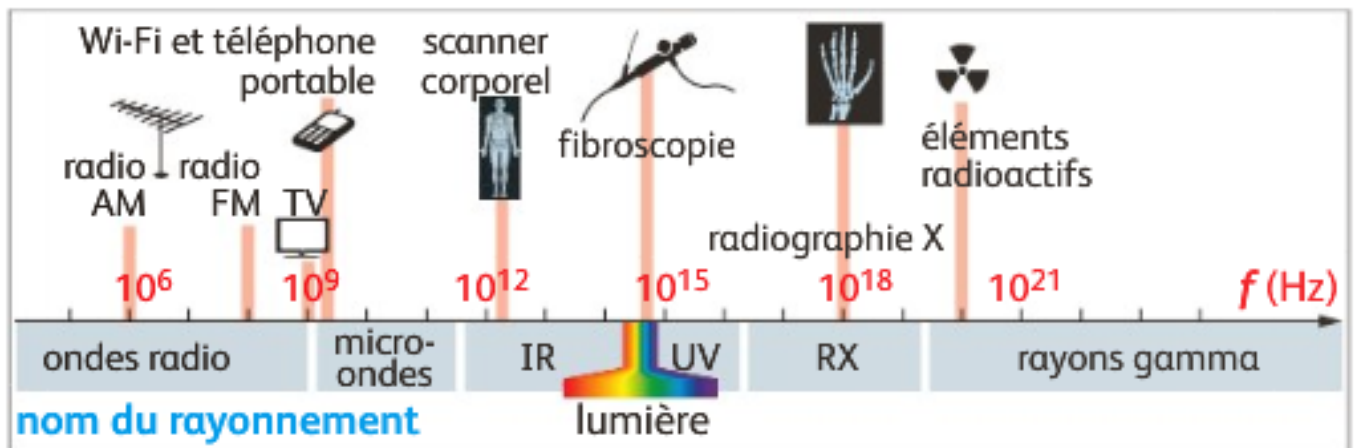
1. Fréquence de l'onde et domaine de fréquences :

Lorsque la membrane d'un haut-parleur vibre à la fréquence f , cela entraîne la vibration de l'air qui se propage de proche en proche sans transport de matière : il s'agit d'une **onde sonore**. L'analyse du signal capté par un micro montre que le signal reçu a la même fréquence que le signal émis par le HP.

Il en est de même avec un générateur de signaux électriques qui émet une **onde électromagnétique** quand il est relié à une antenne. Suivant leur fréquence, certaines peuvent être décelées par l'œil humain et sont appelées alors **ondes lumineuses**. (Voir doc ci-dessous)

Quelques exemples d'utilisation de ces ondes en fonction de leur fréquence :





Dans tous les cas quand une source émet une onde périodique, tout point atteint par cette onde sera le siège d'un phénomène périodique de même fréquence que la source.

2. Milieu de propagation :

Une onde sonore se propage dans tout milieu solide, liquide ou gazeux (à travers un mur, dans l'eau ou dans l'air) mais elle ne peut pas se propager dans le vide.

Une onde électromagnétique peut se propager dans tout milieu mais aussi dans le vide (il est possible de recevoir des signaux radio émis par des satellites ou de recevoir la lumière émise par le Soleil).

Rappel chapitre 2 : La lumière se propage dans l'air ou dans tout milieu transparent en ligne droite, c'est le principe de propagation rectiligne de la lumière d'où la représentation des rayons lumineux.

3. Vitesse de propagation :

La vitesse de propagation d'une onde dépend du type d'ondes et du milieu de propagation.

Dans un milieu donné elle est constante et se calcule donc par la relation : $V = d / \Delta t$

Avec V : vitesse de propagation de l'onde en $m \cdot s^{-1}$

d : distance parcourue par l'onde en m

Δt : durée du parcours de l'onde en s.

Exemples de valeurs de la vitesse de propagation du son dans différents milieux :

A RETENIR : La vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'air aux températures usuelles est :

$$v = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Rappel chap 2 : la vitesse de propagation de la lumière dans l'air ou dans le vide est :

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

Dans tout autre milieu transparent et homogène, la vitesse de la lumière est inférieure à cette valeur.

II Ondes et imagerie médicale :

1. Absorption des ondes :

Lorsque les ondes se propagent dans un milieu donné, elles sont en partie absorbées à cause d'interactions entre l'onde et le milieu. Cette absorption dépend du milieu et de la fréquence de l'onde.

Exemple des **rayons X** : (rappeler la valeur de f donnée plus haut)



14 Cliché de radiographie. Les rayons X, qui traversent le patient, noircissent la plaque photo. Les os, qui absorbent davantage les rayons X, apparaissent blancs et les chairs grises.

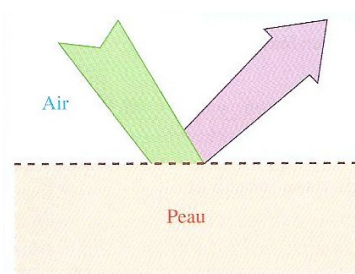
2. Réflexion et réfraction des ondes :

Quand une onde (sonore ou électromagnétique) rencontre la surface de séparation de 2 milieux, elle est en partie réfléchi (voir TP sur l'échographie) et en partie réfractée.

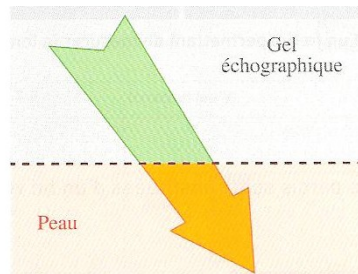
Exemples :

- Une vitrine laisse voir l'intérieur d'un magasin mais fait aussi fonction de miroir.
- L'**échographie** est une méthode d'imagerie médicale utilisant la réflexion et la réfraction des **ultrasons** et dans laquelle on exploite 2 informations :
 - le temps mis par l'onde pour faire l'aller-retour entre la sonde et l'organe exploré
 - l'amplitude du signal réfléchi

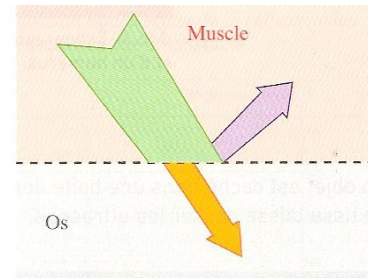
Une échographie est faite de nuances de gris allant du noir au blanc, les amplitudes les + grandes sont codées en blanc et les + faibles en noir.



Une onde ultrasonore qui se propage dans l'air est presque totalement réfléchi lorsqu'elle arrive sur la peau. Le codage sera blanc.



Si l'onde ultrasonore passe de l'eau ou du gel échographique dans la peau, le codage sera noir, car cette onde est presque totalement absorbée.



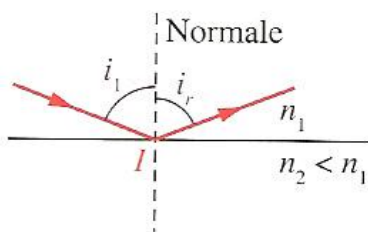
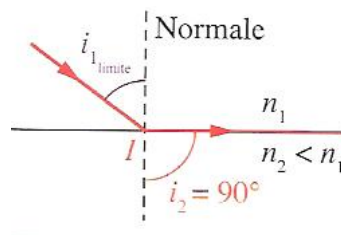
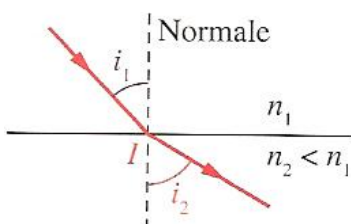
Si l'onde ultrasonore passe du muscle dans l'os, le codage sera gris, car cette onde est en partie réfléchi.

3. Réflexion totale de la lumière :

Dans le cas de la lumière il peut se produire une **réflexion totale** et donc ne plus y avoir de réfraction dans des cas très particuliers : (voir TP d'investigation sur ce phénomène et reprendre les résultats trouvés)

- Il faut que le milieu 2 ait un indice de réfraction inférieur à celui du milieu 1.
- Il faut que l'angle d'incidence soit supérieur à une valeur limite i_{lim} que l'on peut calculer en utilisant la relation de Descartes sur la réfraction. En effet dans ce cas limite $i_2 = 90^\circ$ et on obtient :

$$n_1 \cdot \sin i_{lim} = n_2 \cdot \sin i_2 \text{ donne } n_1 \cdot \sin i_{lim} = n_2 \text{ et } \sin i_{lim} = n_2 / n_1$$



Les lois de Snell-Descartes existent aussi pour la réflexion :

- Le rayon incident, la normale et le rayon réfléchi appartiennent à un même plan, le plan d'incidence.
- L'angle d'incidence et l'angle réfléchi ont la même valeur.

Applications médicales :

Les techniques de diagnostic telles que la fibroscopie et l'endoscopie utilisent ce phénomène de **réflexion totale de la lumière** dans des fibres optiques : la lumière d'une lampe est conduite dans ces fibres afin d'éclairer la zone à explorer puis une autre série de fibres conduit la lumière issue de cette zone vers l'œil du médecin ou vers la caméra.

