

Ondes et imagerie médicale

Objectifs :

- Connaître la définition et la distinction d'une onde sonore et d'une onde électromagnétique (domaines de fréquence...)
- Connaître les vitesses de propagation de la lumière et du son,
- Savoir extraire et exploiter des informations concernant la nature des ondes et leurs fréquences en fonction de l'application médicale,
- Connaître le principe de propagation rectiligne de la lumière,
- Savoir identifier les phénomènes de réflexion et de réfraction
- Comprendre le principe de quelques méthodes d'exploration (radiographie, échographie, fibroscopie...)

1. Notion d'onde

1- Qu'est-ce qu'une onde ? activité 1 p16

Exemples : ola dans un stade de foot, vagues à la surface de l'eau.

2- Différents types d'ondes

Il existe deux sortes d'ondes :

➤ *ondes mécaniques* : *le son, les vagues à la surface de l'eau, les ondes sismiques,...*
Elles ne peuvent se propager que dans les milieux matériels.

➤ *ondes électromagnétiques* : *la lumière, les rayons X,...*
Elles peuvent se propager dans les milieux matériels et dans le vide

Exemples :

- Nous ne pouvons pas entendre un téléphone portable sous une cloche à vide, alors que nous pouvons le voir s'allumer.
- Nous recevons la lumière du Soleil, mais pas le son des explosions qui s'y produisent en permanence.

2. Ondes sonores et ultrasons

1- Nature des ondes sonores : livre p20

- Les ondes sonores sont produites par une paroi vibrante, qui transmet les vibrations au milieu matériel dans lequel elle se trouve.

✓ *ondes longitudinales* , en faisant vibrer les particules de ce milieu (parallèlement à leur direction de propagation).

Exemples : compression et dilatation de l'air (livre p 20)

2- Fréquence des ondes sonores : fig. 2 p34

Une onde est un phénomène . Elle est donc caractérisée par une

- La fréquence des ondes sonores est imposée par l'émetteur.

Au-delà de 20 kHz, il s'agit des
En deçà de 20 Hz, ce sont les

Remarque : pour produire des ondes ultrasonores, on utilise des matériaux dits piézoélectriques, comme le quartz, qui vibrent sous l'effet d'une tension électrique.

3- Vitesse de propagation des ondes sonores : doc 4 p35

Soit d la distance parcourue par l'onde sonore pendant une durée Δt , avec une vitesse v , alors :



: **vitesse de propagation d'une onde sonore**, en
: **distance** parcourue par l'onde, en
: **durée** du parcours, en

- La vitesse de propagation d'une onde sonore dépend essentiellement du milieu de propagation (densité, température,...)
- Elle est plus importante dans les solides que dans les liquides, et dans les liquides que dans les gaz.

Exemples de vitesse des ondes sonores dans différents milieux :

Milieux	Air	Eau	Tissus organiques mous (peau, graisse, foie, muscle...)	Os
Vitesse (m.s ⁻¹)	340	1380	De 1450 à 1600	De 2100 à 5000

3. Ondes électromagnétiques**1- Nature des ondes lumineuses**

- Les ondes lumineuses peuvent être décrites comme des **vibrations de nature électromagnétiques**.

2- Propagation rectiligne de la lumière

- A la différence des ondes sonores, la lumière n'a pas besoin de milieu matériel pour se propager.

- L'air, l'eau, le verre, ... sont des exemples de milieux transparents et homogènes.
- On peut donc **modéliser** cette propagation rectiligne de la lumière **par des rayons lumineux**, représentés par des segments de droite, **orientés dans le sens de propagation de la lumière**.

3- Vitesse de propagation des ondes électromagnétiques

- ✓ La **célérité de la lumière dans le vide** est notée c , et vaut :

Soit d la distance parcourue par l'onde électromagnétique pendant une durée Δt , avec une vitesse c , alors :



: **célérité de la lumière**, en
 : **distance** parcourue par la lumière, en
 : **durée** du parcours, en

- La vitesse de propagation d'une onde électromagnétique dépend essentiellement du milieu de propagation (densité, température,...)
- Dans les milieux matériels, la vitesse est toujours inférieure à celle dans le vide.
- La vitesse dans l'air est égale (à peu près) à celle dans le vide.

Exemples de vitesse de la lumière dans différents milieux :

Milieux	Air	Eau	Verre
Vitesse ($m.s^{-1}$)	$3,00.10^8$	$2,26.10^8$	$2,00.10^8$

4- Fréquences des ondes électromagnétiques : fig. 3 p34

- Elles sont très variables. Elles sont regroupées en différents domaines de fréquences : **les ondes radio, les micro-ondes, les infrarouges, la lumière visible, les ultraviolets, les rayons X, les rayons gamma.**
- Refaire le schéma de la fig. 3 p34

4. Réflexion et réfraction

1- Découvertes des phénomènes : fig. 7 p36

- A la surface de séparation entre deux milieux de propagation, on observe des phénomènes de réflexion et de réfraction :
 - Réflexion : une partie de l'énergie transportée par l'onde est renvoyée dans le milieu initial.
 - Réfraction : l'autre partie de l'énergie est transmise au second milieu.

Lors du passage dans un autre milieu,

Exemples : pièce de monnaie dans une tasse, paille cassée (fig. 7 p36) → faire les schémas

2- Réflexion de la lumière : fig. 6 p36

Exemple : laser à la surface d'un miroir (schéma de la fig. 6 p36)

3- Réfraction de la lumière

- Lorsqu'une onde atteint la surface séparant deux milieux :
 - ➔ Une partie est réfléchi (renvoyée dans le milieu incident),
 - ➔ L'autre partie peut traverser la surface de séparation.

✓ Donc la direction du rayon réfracté est celle du rayon incident.

Schémas : fig. 8 p36 et fig.9 p 37

5. Application à l'imagerie médicale

1- Historique des découvertes

↻ Radiographie : 1 ^{ère} radio réalisée	en 1895	➔
↻ Echographie : apparition	en 1955	➔
↻ IRM (imagerie par résonance magnétique)	en 1973	➔
↻ Scintigraphie : radioactivité artificielle	en 1934	➔

2- Principe de l'échographie

- Lorsqu'une onde ultrasonore arrive à la surface séparant deux milieux de propagation différents, une partie de cette onde est réfléchi et l'autre est transmise.
- L'analyse de l'ensemble des ondes réfléchies permet de calculer les distances parcourues lors d'un aller-retour et donc de reconstituer les éléments traversés par l'onde ultrasonores.
- Les fréquences sont comprises entre 1 MHz et 15 MHz.

3- Principe de la 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.

4- Principe de la fibroscopie : fig. 10 p37

- Une fibre optique est un cylindre de verre souple, de rayon proche du millimètre, entouré d'une gaine.
- A l'intérieur d'une fibre optique, la lumière est guidée par réflexion totale : elle se réfléchit totalement sur la surface cylindrique du verre et peut ainsi parcourir toute la longueur de la fibre avec un minimum de pertes.