

Compétences exigibles (pour cette séance)

- Extraire et exploiter des informations sur les ondes mécaniques et électromagnétiques.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour comprendre le principe d'une échographie et l'influence

des propriétés des milieux de propagation.

- Pratiquer une démarche expérimentale pour comprendre le principe de l'échographie.

Chapitre 4 – Ondes et imagerie médicale

(corresponds au chapitre 5 du livre)

1 Deux catégories d'ondes au service du diagnostic médical

Afin d'effectuer un dépistage précoce du cancer du sein, les gynécologues prescrivent aux patientes une mammographie et une échographie mammaire.

Ces techniques d'exploration utilisent des ondes afin d'obtenir une « image » de l'intérieur du corps humain.

Quelles sont les ondes utilisées lors de ces examens médicaux ? Quelles différences existe-t-il entre ces ondes ?

Doc. 1 – Rayons X et mammographie



FIG. 1 – Mammographie

Les rayons X utilisés lors d'une mammographie appartiennent aux ondes électromagnétiques. Ils sont de même nature que la lumière visible, mais de fréquence beaucoup plus élevée.

Comme toutes les ondes électromagnétiques, les rayons X se propagent dans le vide et dans l'air à la vitesse de $3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

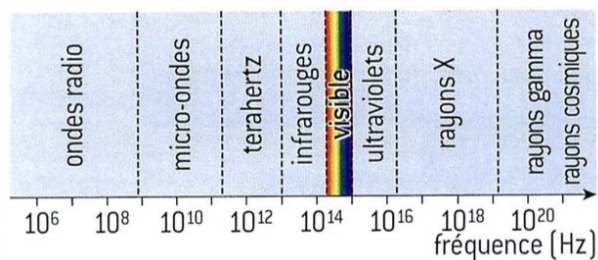


FIG. 2 – Domaine de fréquence des ondes électromagnétiques

Doc. 2 – Ultrasons et échographie mammaire

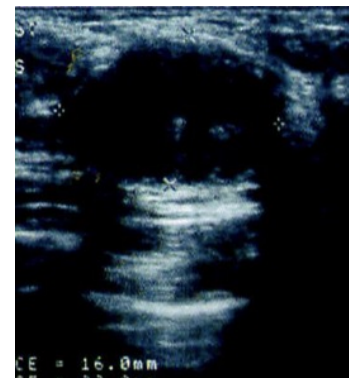


FIG. 3 – Échographie mammaire

Les ultrasons utilisés lors d'une échographie sont des ondes mécaniques.

Ils sont de même nature que les sons audibles par l'Homme, mais ont une fréquence plus élevée.

Comme toutes les ondes mécaniques, les ultrasons ne se propagent que dans les milieux matériels. Leur vitesse dans l'air est de $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ à température ambiante.

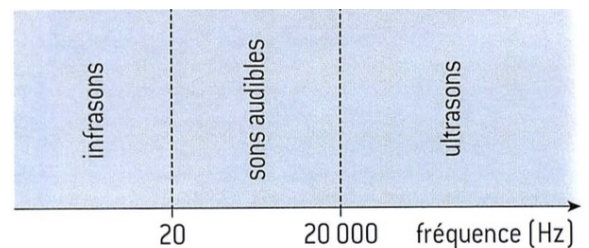


FIG. 4 – Domaine de fréquence des ondes sonores

a. Donner, pour les deux examens médicaux présentés (doc. 1 et 2-, la catégorie d'ondes utilisée et la nature précise des ondes.

b. Nommer la grandeur qui permet de distinguer les différentes ondes électromagnétiques.

c. Comparer l'étendue du domaine de la lumière visible à celle de l'ensemble des ondes électromagnétiques.

d. Donner le domaine de fréquence des ondes sonores audibles par l'Homme. Le comparer à celui des ultrasons.

e. Montrer que la vitesse de la lumière dans l'air est environ un million de fois plus grande que celle du son.

f. Proposer une expérience mettant en évidence que les ondes mécaniques nécessitent, contrairement aux ondes électromagnétiques, un milieu matériel pour se propager.

S'approprier • Extraire et exploiter des informations.

2 L'échographie : des sons pour voir

L'échographie se base sur l'étude de la réflexion des ondes ultrasonores. Elle utilise une sonde constituée d'un émetteur et d'un récepteur d'ultrasons.



FIG. 5 – Échographie.

En analysant les signaux reçus, il est possible de construire une représentation de la zone étudiée.

Quels phénomènes physiques permettent d'expliquer le principe de fonctionnement de l'échographie ?

Doc. 1 – Le phénomène d'écho

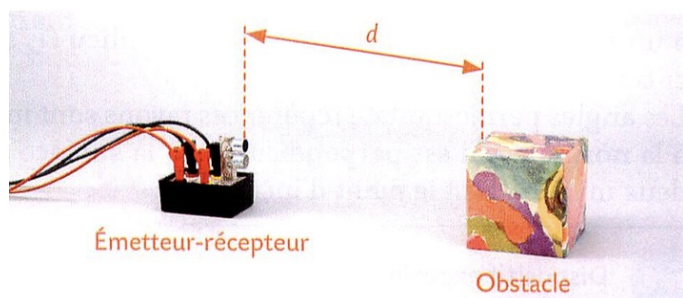


FIG. 6 – Montage expérimental

On peut mettre en évidence le phénomène d'écho et s'en servir pour déterminer une distance. Pour cela, il faut utiliser un émetteur de salves ultrasonores et un récepteur d'ultrasons placés côte à côte, face à un obstacle. Les salves ultrasonores émises par l'émetteur se réfléchissent sur l'obstacle et sont captées par le récepteur. Les signaux issus de l'émetteur et du récepteur sont observés à l'aide d'un système d'acquisition.

Doc. 2 – Résultat de l'acquisition

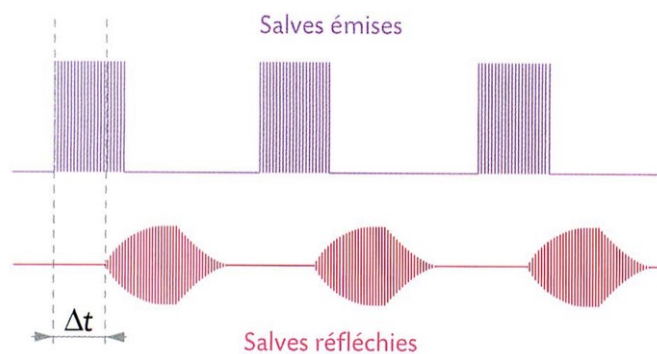


FIG. 7 – Signaux acquis

g. Sur quel phénomène physique est basé le principe de fonctionnement de l'échographie ?

h. Comment doit-on positionner l'émetteur et le récepteur d'ultrasons afin de modéliser une sonde d'échographie ?

i. Que représentent les grandeurs d et Δt dans le doc. 1 ?

j. Donner l'expression de la distance parcourue par les ultrasons, entre leur émission et leur réception après réflexion, en fonction de d .

S'approprier • Extraire et exploiter des informations.

k. Quelle est la relation entre d , Δt et v , la valeur de la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air ?

S'approprier • Mobiliser ses connaissances.

l. En quelques lignes, proposer une explication du principe de l'échographie.

Communiquer • Rédiger une explication.

3 Exercices du chapitre 3 – Signaux périodiques en médecine

3.1 N° 5 p. 64 – Quelle grandeur ?

3.2 N° 10 p. 65 – Utiliser une échelle

3.3 N° 14 p. 67 – Caractéristiques d'une tension

3.4 N° 16 p. 67 – Le cœur en observation