

CHAPITRE 6

THÈME 2 : ANALYSER ET DIAGNOSTIQUER Imagerie médicale en rayons X et IRM

1 Les ondes électromagnétiques

1.1 Caractéristiques des ondes électromagnétiques

Les grandeurs physiques associées à une onde électromagnétique sont :

- la période : T (s)
- la fréquence : f (Hz)
- la longueur d'onde : λ (m)
- la célérité : c ($m.s^{-1}$)

Les ondes électromagnétiques se propagent dans le vide ou dans l'air à la célérité $c = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$.

Remarque : Le terme célérité désigne la vitesse. Ce terme est spécialement employé pour les ondes.

Ces grandeurs sont reliées par les relations suivantes :

Relations entre période, fréquence et longueur d'onde

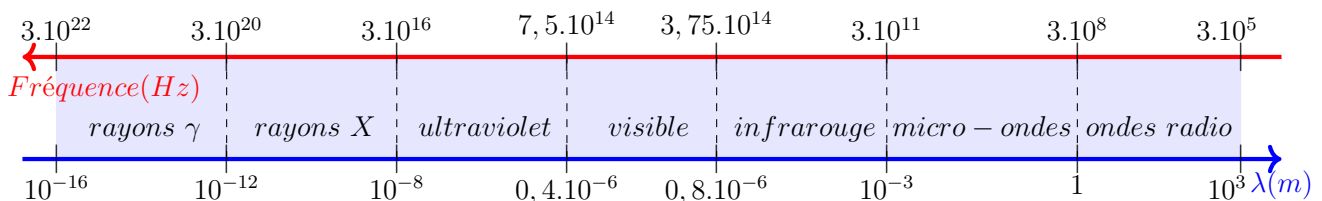
$$\lambda = c \times T \quad \text{et} \quad \lambda = \frac{c}{f}$$

- λ : longueur d'onde (m)
- T : période (s)
- c : célérité ($m.s^{-1}$)
- f : fréquence (Hz)

1.2 Domaines des ondes électromagnétiques

Les ondes électromagnétiques couvrent un large domaine de fréquences ou de longueurs d'ondes. La classification usuelle du spectre électromagnétique est la suivante : ondes radio, micro-ondes, infrarouge, visible, ultraviolet, rayons X, rayons γ .

Les ondes électromagnétiques sont classées selon leur fréquence et leur longueur d'onde dans le vide comme ci-dessous :



1.3 Distinction entre ondes électromagnétiques et ondes sonores

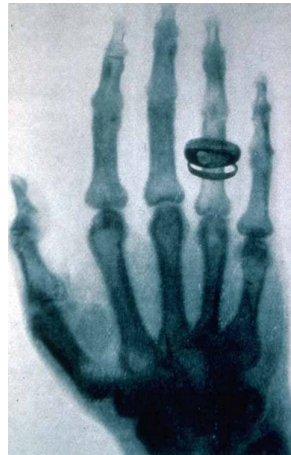
Les ondes sonores possèdent les mêmes grandeurs caractéristiques que les ondes électromagnétiques (Période, fréquence, longueur d'onde et célérité). Cependant, elles ne se propagent que dans les milieux matériels à des vitesses bien inférieures à celle de la lumière (La vitesse du son dépend du milieu traversé). Tandis que les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans le vide et les milieux matériels.

2 La radiographie

2.1 Principe

La radiographie est une technique d'imagerie médicale utilisant les rayons X. Lors d'une radiographie, les rayons X sont plus ou moins absorbés par la matière selon sa nature et son épaisseur. La radiographie est visualisée sur un cliché en noir et blanc. Ce cliché est constitué d'une plaque sensible aux rayons X. Cette plaque est blanche et noircit d'autant plus qu'elle reçoit de rayonnement.

Cliché de la main d'Anna Bertha Ludwig Röntgen prise le 22 décembre 1895 :



2.2 Les rayons X

Découvert en 1895 par Röntgen, les rayons X sont des ondes électromagnétiques de même nature que les radiations UV, visibles et IR mais de longueur d'onde plus petite (donc de fréquence plus grande).

$$10^{-3} \text{ nm} < \lambda_X < 10 \text{ nm} \quad \text{soit} \quad 3 \times 10^{16} \text{ Hz} < f_X < 3 \times 10^{20} \text{ Hz}$$

2.3 Interprétation d'un cliché radiographique

Les clichés sont en noir et blanc, les zones foncées correspondent à de la matière ayant peu absorbée les rayons X et les zones claires correspondent à de la matière ayant absorbée les rayons X.

Cette absorption dépend de l'épaisseur et de la nature de la matière :

- Plus l'épaisseur de la matière traversée augmente, plus l'absorption des rayons X augmente.
- Plus le numéro atomique Z de la matière traversée augmente, plus l'absorption des rayons X augmente.

Cliché d'une main :



2.4 Radiographie et radiothérapie

Les rayons X, utilisés lors d'une radiographie, sont des rayonnements ionisants. La radiographie expose donc le patient à une dose de radiation. Mais cette dose est relativement faible et le temps d'exposition est très court. La radiographie n'endommage pas les cellules.

La radiothérapie utilise également des rayons X. Elle permet de traiter localement des cancers. Les rayons X sont focalisés sur les cellules cancéreuses pour les détruire. La durée d'exposition aux rayons X est donc beaucoup plus longue que lors d'une radiographie.

3 IRM et produits de contraste

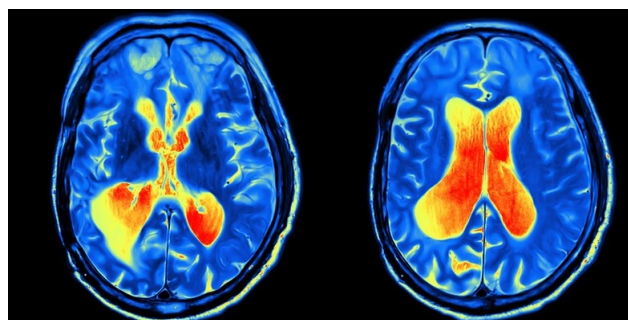
3.1 L'IRM

L'IRM (imagerie par résonance magnétique) est une technique d'imagerie médicale permettant d'observer l'intérieur du corps de façon non invasive. Contrairement aux rayons X, son utilisation n'est pas néfaste pour l'organisme.

Cette technique est utilisée pour observer les tissus mous : cerveau, moelle épinière, muscles, cœur...

L'IRM utilise des ondes électromagnétiques dans le domaine radio. La fréquence de ces ondes radio sont de l'ordre de 10^7 Hz et donc une longueur d'onde de l'ordre du mètre.

IRM du cerveau

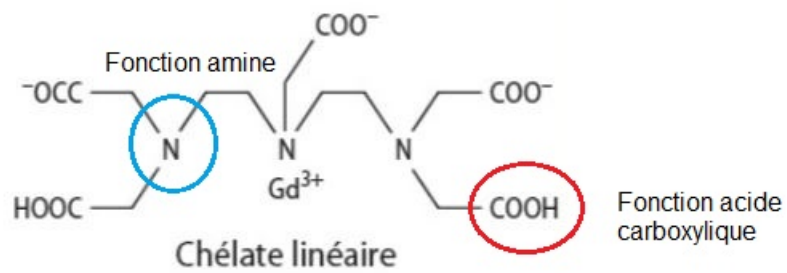
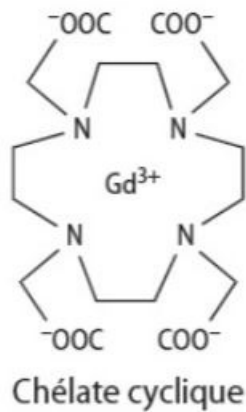


3.2 Les produits de contraste

Pour améliorer la qualité des images, on utilise des produits de contraste. Le produit est préalablement ingéré ou injecté dans le corps du patient.

Les produits de contraste sont le plus souvent à base de gadolinium. Ils sont éliminés par les reins, c'est pour raison qu'il est recommandé de boire abondamment avant et après l'examen.

Produits de contraste :



Ces produits de contraste à base de gadolinium possèdent des fonctions acides carboxylique et amine.