

ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET SANTÉ



Compétences mises en jeu durant l'activité :

Compétences générales :

- ✓ S'impliquer, être autonome.

Compétence(s) spécifique(s) :

- ✓ Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence, leur longueur d'onde dans le vide et leur énergie.
- ✓ Analyser qualitativement l'influence d'un milieu sur la transmission d'une onde électromagnétique.

But

- Découvrir la notion d'onde électromagnétique, leurs caractéristiques et leurs applications dans le domaine de la santé.

Doc.1 : Qu'est ce qu'une onde électromagnétique ?

A l'image d'une onde mécanique périodique, une **onde électromagnétique** est la **propagation d'une perturbation** produisant sur son passage une variation réversible et périodique du champ électrique et du champ magnétique local (**Fig.1**). Elle se déplace avec une vitesse déterminée qui dépend des caractéristiques du milieu de propagation.

Contrairement à une onde mécanique, une onde électromagnétique peut se propager dans le vide. Elle se propage alors à la vitesse d'environ $300\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$.

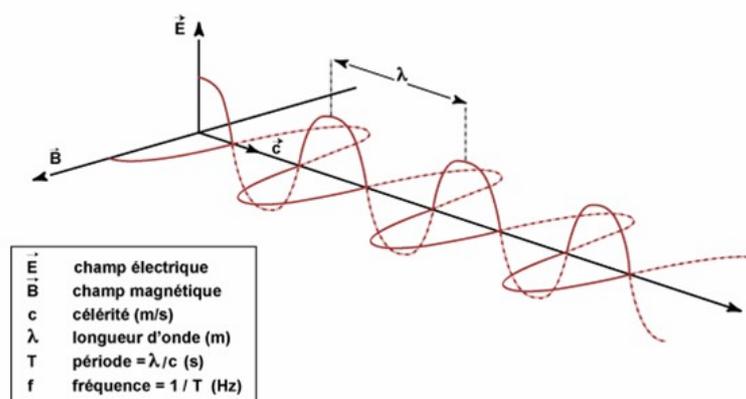


Fig.1 : Onde électromagnétique à un instant donné

Le **photon** est la particule associée aux ondes électromagnétiques, des ondes radio aux rayons gamma en passant par la lumière visible.

A SAVOIR

Doc.2 : Energie d'une onde électromagnétique

Une onde électromagnétique ou un photon **transporte de l'énergie électromagnétique**.

L'énergie transportée dépend de la fréquence de l'onde noté ν :

$$E = h \cdot \nu$$

E en joule (J)
H en joule seconde (J.s)
 ν en hertz (Hz)

h est la constante de Planck, $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J.s

Comme le joule est une unité très grande par rapport à l'énergie des ondes électromagnétiques, on utilise une unité plus appropriée, l'électronvolt (eV), dont la valeur en joule est :

$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

A SAVOIR

Doc.3 : Les rayons X (RX)

Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique à haute fréquence constitué de photons dont la longueur d'onde est comprise approximativement entre 0,001 nanomètre et 10 nanomètres (10^{-12} m et 10^{-8} m).

C'est un rayonnement ionisant utilisé dans de nombreuses applications dont l'imagerie médicale (« radiographie conventionnelle ») (**Fig.2**). Les rayons X sont absorbés de manière différentes selon les tissus rencontrés. Plus les tissus contiennent des éléments de numéro atomique élevé, plus les RX sont absorbés. Ainsi les os, qui contiennent du calcium ($Z=20$), absorbent d'avantage les RX que les chairs qui contiennent des éléments (H, O, C et N essentiellement) de numéros atomiques moins élevés, et correspondent aux zones claires du cliché.

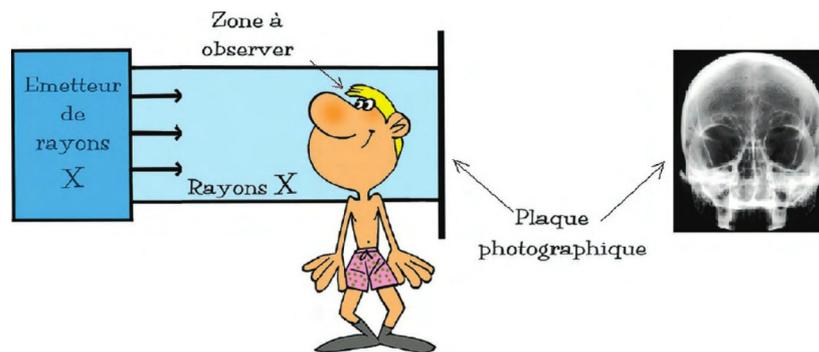


Fig.2 : Principe d'une radiographie

Source : [Wikipédia](http://fr.wikipedia.org)



Doc.4 : Les infrarouges (IR)

Le nom signifie « en dessous du rouge » (du latin infra : « plus bas »), car l'infrarouge est une onde électromagnétique de fréquence inférieure à celle de la lumière visible : le rouge. La longueur d'onde des infrarouges est comprise entre le domaine visible ($\approx 0,8 \mu\text{m}$) et le domaine des micro-ondes ($\approx 1 \text{ mm}$).

L'infrarouge est associé à la chaleur car, à température ambiante ordinaire, les objets émettent spontanément des radiations dans le domaine infrarouge. La thermographie (**Fig.3**) permet de mesurer les températures du corps pour détecter des infections ou des tumeurs.

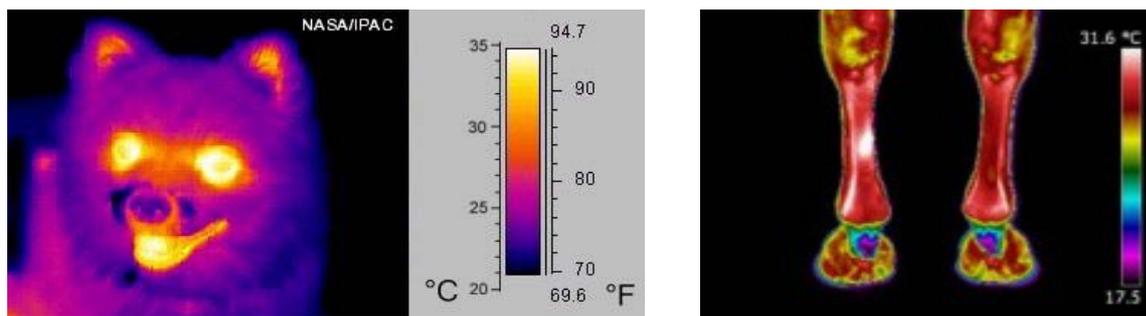


Fig.3 : Images thermographiques

Source : Wikipédia



Doc.5 : Les rayons gamma (γ)

Les rayons gamma sont produits par des processus nucléaires énergétiques au cœur des noyaux atomiques (radioactivité). Ils ont des longueurs d'ondes inférieures à 1 picomètre ($<10^{-12} \text{ m}$).

Les techniques de scintigraphie nucléaire reposent sur l'utilisation d'un traceur radioactif qui émet des rayonnements détectables par les appareils de mesure. Un traitement informatique des données permet ensuite de reconstituer l'origine spatiale de ces rayonnements et de déduire les régions du corps où le traceur s'est concentré. La tomographie d'émission monophotonique (TEMP) utilise l'émission de photons gamma par une molécule marquée par un isotope radioactif injecté dans l'organisme (**Fig.4**).

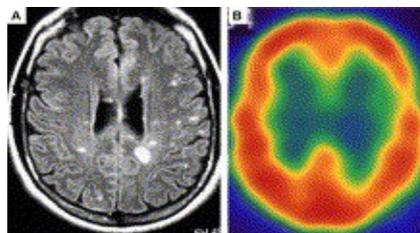


Fig.4 : IRM cérébrale(A) et tomographie d'émission monophotonique (B)

Très énergétiques et très pénétrants, ils sont utilisés pour le traitement des cancers. Ces rayonnements sont extrêmement dangereux.

Doc.6 : Les ultraviolets

Le rayonnement ultraviolet (UV), également appelé lumière noire parce qu'il n'est pas visible à l'œil nu, est un rayonnement électromagnétique d'une longueur d'onde plus courte que celle de la lumière visible, mais plus longue que celle des rayons X. Il ne peut être observé qu'indirectement, soit par fluorescence, soit à l'aide de détecteurs spécialisés.

Le nom signifie outre violet (du latin ultra : « au-delà de »), le violet étant la couleur de fréquence la plus élevée de la lumière visible.

Près de 5 % de l'énergie du Soleil est émise sous forme de rayonnement UV. Ces rayons UV sont classés dans trois catégories en fonction de leur longueur d'onde : les UV-A (400-315 nm), UV-B (315-280 nm) et UV-C (280-10 nm). Toutefois, en raison de l'absorption des UV par la couche d'ozone de l'atmosphère, 99 % de la lumière UV qui atteint la surface de la Terre appartient à la gamme des UV-A.

Les ultraviolets sont la cause du bronzage mais, à haute dose, sont nocifs pour la santé humaine; ils peuvent provoquer des cancers cutanés tel que le mélanome, provoquer un vieillissement prématuré de la peau (rides), des brûlures (coup de soleil), des cataractes...

Source : [Wikipédia](#)



Quelques questions :

1. Classer sur un axe les différents rayonnements électromagnétiques précédents en fonction de leur longueur d'onde.
2. Déterminer la gamme d'énergie en électronvolt des différents rayonnements électromagnétiques précédents.
3. Classer sur un axe les différents rayonnements électromagnétiques précédents en fonction de leur énergie. Commenter.
4. Placer sur les axes précédents les rayons visibles.
5. Pourquoi pratiquer une tomographie d'émission monophotonique pour reconstituer une image d'un cerveau plutôt qu'une simple radiographie ?
6. Pourquoi le nombre de certains examens d'imagerie médicale passé par une personne en une année est contrôlé ?
7. Citer un exemple d'examen d'imagerie médicale réalisé à partir d'un autre type d'onde. Préciser.