

Séquence n° 4 : Utilisation de l'imagerie dans le domaine de la santé

La radiographie

1) Historique :

<http://culturesciences.chimie.ens.fr/index.html>

En 1838, le chimiste et physicien britannique Faraday (1791-1867) s'intéresse aux décharges électriques dans une « ampoule » fermée. Une anode et une cathode sont placées en vis-à-vis dans un tube en verre, la cathode est mise sous tension et si celle-ci est assez élevée cela déclenche une étincelle entre les deux électrodes. En diminuant la pression du gaz dans l'ampoule, il constate que l'apparence de l'étincelle se change en une émanation violette. Faraday pense alors avoir découvert un quatrième état de la matière qu'il nomme « matière radiante ». Cette expérience fut reprise tout au long du dix-neuvième siècle en variant de nombreux paramètres (nature du gaz, forme du tube, pression dans l'ampoule...) mais la nature du phénomène observé restait inconnue. En 1869, le physicien allemand Hittorf (1824-1914) prouve que cette lueur est due à l'arrivée sur le verre de rayons qui se propagent en ligne droite. Pour cela il dispose une croix métallique face à la cathode et observe l'ombre de cette croix sur la paroi du tube opposée à la cathode. Ces rayons seront nommés « rayons cathodiques ». Il montre également que les rayons cathodiques peuvent être déviés par un aimant.

Par la suite, le chimiste et physicien britannique Crookes (1832-1919) perfectionnera encore le dispositif en créant les tubes qui portent son nom. Au sein d'un tube de Crookes, la pression résiduelle est comprise entre 1 et 100 Pa. Ce sont ces tubes qui permettront au physicien anglais Thompson (1856-1940) d'élucider la nature du rayonnement cathodique en découvrant l'électron en 1897 et à l'allemand Röntgen (1845-1923) de découvrir les rayons X.

Röntgen constate qu'un écran recouvert d'une couche de platinocyanure de baryum placé fortuitement en face du tube devient fluorescent lors de la décharge électrique. Or il sait qu'à cette distance, la fluorescence ne peut pas être due aux rayons cathodiques. Il éloigne encore l'écran et constate que la fluorescence persiste malgré l'augmentation de la couche d'air à traverser. Puis il intercale des objets entre l'ampoule et l'écran : une feuille de papier, une feuille d'aluminium, du bois, du verre et même un livre de mille pages. À chaque fois la fluorescence persiste : il en conclut qu'il vient de découvrir un rayonnement distinct de celui émis par la cathode, très pénétrant puisqu'il est capable de traverser la matière. Ces rayons étant inconnus jusqu'alors, il les nomme « X » du nom de l'inconnue en mathématiques. Il parvient à attribuer les caractéristiques suivantes aux rayons X :

- Ils sont faiblement absorbés par la matière. Mais cette absorption augmente avec la masse atomique des atomes absorbants : une fine couche de plomb suffit à stopper le rayonnement produit avec ses sources de rayons X.
- Ils sont diffusés par la matière. C'est l'origine du rayonnement de fluorescence.
- Ils impressionnent une plaque photographique.
- Ils déchargent les corps chargés électriquement.

Image : collection du département des sciences de la matière ENS Lyon.



Il montre également que les rayons ont pour origine la paroi du tube de verre à l'endroit où arrive le rayonnement cathodique (i.e. les électrons).

Dans sa première communication faite à la Société Physico-Médicale de Würzburg « Sur un nouveau type de rayon »* il remarque que « si l'on met la main entre l'appareil à décharges et l'écran, on voit l'ombre plus sombre des os de la main dans la silhouette un peu moins sombre de celle-ci. » Röntgen décrit la première image radiographique. Il réalise également le premier cliché radiographique le 22

décembre 1895 en intercalant la main de son épouse entre le tube de Crookes et une plaque photographique. Les parties les plus denses et épaisses sont les plus sombres sur la plaque : on distingue une bague sur le majeur. Röntgen recevra le premier Prix Nobel de physique en 1901.

* W. C. Röntgen, « Ueber eine neue Art von Strahlen » *Reproduction in Annalen der Physik und Chemie*, 64, 1898, p. 1

L'usage des rayons X pour réaliser des images médicales se répand dans le monde entier dès 1896.



Premier cliché radiographique (Röntgen, 1895)

Les premiers manipulateurs opèrent sans protection, ils sont donc constamment soumis au bombardement des rayons X. En une quinzaine d'année les amputations des doigts et de la main et les décès parmi les praticiens se sont généralisées. Le corps médical prend alors conscience de la nocivité des rayons X sur les tissus humains. **Les effets en sont cumulatifs**, il faut donc prendre des mesures de protection, c'est la naissance de la radioprotection.

Radio des poumons, fin du XIX° S. On peut voir derrière la patiente le tube générateur de rayons X.

Image : *Radiology Centennial, Inc*



Marie Curie au volant d'une « petite Curie ». Image : ACJC

Pendant la première guerre mondiale, Marie Curie est à l'origine de la création d'un service de radiologie aux armées dont elle prend la direction. Elle fera équiper des camions d'appareils radiologiques (surnommés les « petites Curie ») qui permettront de monter au front pour traiter les blessés non-rapatriables à l'arrière. Plus d'un million d'exams radiologiques seront réalisés pendant la guerre évitant ainsi les complications et sauvant sans doute la vie de milliers d'hommes.

2) Aujourd'hui :

On peut réaliser des radiographies de tout le corps.

- Elles permettent surtout l'étude du squelette et des articulations, des poumons, de l'abdomen, des seins.
- Les radiographies sont utiles à votre médecin dans sa démarche diagnostic et afin de réaliser un traitement adapté.

Les radiographies permettent la recherche :

- Au niveau des os, des fractures, de l'arthrose, des malformations.
- Au niveau du poumon, elles permettent le dépistage des lésions de tuberculose, d'infections bactériennes ou virales, des tumeurs.
- Au niveau de l'abdomen, elles visualisent les calculs présents dans la vésicule ou les reins, des signes d'occlusion ou de perforations digestives.

Le principe d'une radiographie consiste à impressionner sur un film radiographique les différences de densité d'un organe. Le film sera d'autant plus noirci que les rayons seront passés facilement.

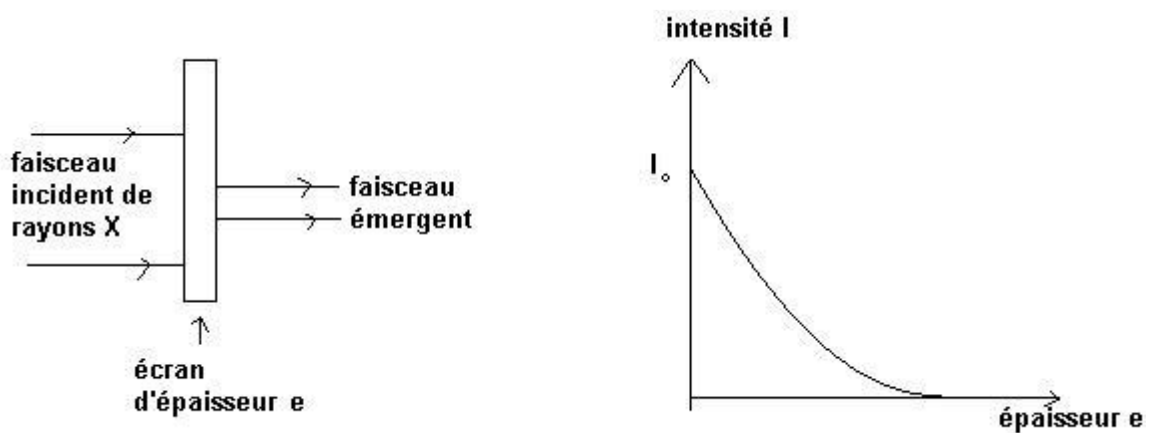
Dans la salle d'examen, on trouve :

- L'appareil de radiographie. Il se compose d'un bras articulé muni d'un tube à rayons X et d'une plaque contenant le film.
- Le pupitre de commande derrière lequel se trouve le personnel médical est séparé du reste de la pièce par une vitre plombée protectrice.

Séquence n° 4 : Utilisation de l'imagerie dans le domaine de la santé

La radiographie

- En quoi consiste l'expérience ci-dessous ?
- Que représente I_0 sur le document ci-dessous?
- Commentez la courbe obtenue.



- Expliquez la phrase dans l'historique : « **Les effets en sont cumulatifs** ».
- Justifiez alors l'utilisation de la vitre plombée dans la salle d'examen.
- Quel sont les membres radiographiés ci-dessous ?



g) Classez les éléments suivants par ordre croissant d'absorption des rayons X : les tissus mous (peau, muscles...), les implants, les os, l'air. Justifiez.

h) Une plaque de radiographie est recouverte d'une substance sensible aux rayons X et qui noircit en présence de ces rayons. Avez-vous déjà rencontré une substance noircissant à la lumière du soleil ?

i) Les ondes utilisées pour la radiographie sont des **ondes électromagnétiques**. Ces ondes sont différentes des ondes sonores vues lors des échographies ; elles n'ont pas besoin par exemple d'un milieu matériel pour se propager. Voici un tableau récapitulatif des domaines de fréquences de différentes ondes. Citez des exemples de rayonnements électromagnétiques autres que les rayons X.

