

# THEME 3 PHYSIQUE ET DIAGNOSTIQUES MEDICAUX

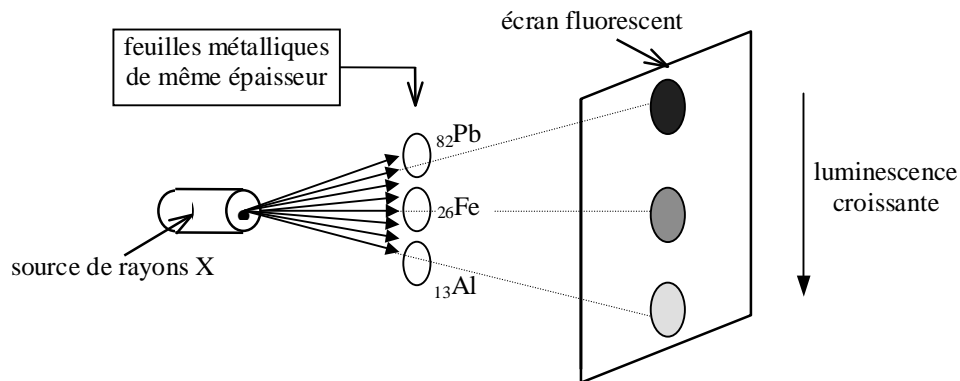
## CHAP 2 LES LUMIERES INVISIBLES: UV IR ET RAYONS X

### 1. LES RAYONS X

#### 1.1. ABSORPTION DES RAYONS X

*Exercice :* A partir des documents suivants, indiquez l'influence des différents facteurs responsables de l'absorption des rayons X.

**Document 1.**



**Document 2.**

Les rayons X *mous* ( $\lambda < 10^{-10}$  m) sont arrêtés par quelques 1/10<sup>ème</sup> de mm de plomb.  
 Les rayons X *durs* ( $\lambda \cong 10^{-12}$  m) peuvent traverser 10 cm de plomb.

L'absorption des rayons X augmente lorsque : - l'épaisseur (e) du matériau traversé .....  
 - le numéro atomique (Z) de l'élément métallique .....  
 - la longueur d'onde (l) du faisceau de rayons X .....

#### 1.2. LES EFFETS BIOLOGIQUES

Absorbés par les tissus humains, les rayons X peuvent **ioniser les atomes** ce qui entraîne la destruction des cellules jeunes ainsi que la production d'autres cellules.

**Les effets nocifs augmentent dans le cas de rayons X durs ( $\lambda$  faible) et d'une exposition prolongée.**

- A court terme, les manifestations d'une forte irradiation X sont les vertiges, nausées, troubles digestifs, hypertension ...
- A plus ou moins long terme, peuvent survenir :
  - des problèmes oculaires : risque de cataracte.
  - des problèmes sanguins: diminution des globules rouges et augmentation des globules blancs.
  - des problèmes génétiques : stérilité, malformation du fœtus, mutation ...

Pour s'en protéger, on peut diminuer le temps d'exposition et recourir à des écrans :

- vitres, blouses ... dans le cas de rayons X mous;
- **feuilles de plomb** d'épaisseurs variables dans le cas de rayons X durs.

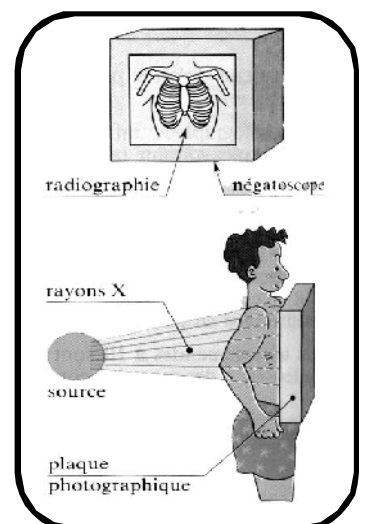
#### 1.3. LES APPLICATIONS MEDICALES

##### La radiographie.

La **chair** est constituée d'atomes dont le nombre atomique Z est faible :  ${}^1_1\text{H}$ ;  ${}^6_6\text{C}$ ;  ${}^7_7\text{N}$ ;  ${}^8_8\text{O}$ .  
 Les **os** contiennent des éléments dont le numéro atomique est plus élevé :  ${}^{15}_{15}\text{P}$ ;  ${}^{20}_{20}\text{Ca}$ ; ...

Les rayons X sont donc absorbés plus fortement par .....

que par .....



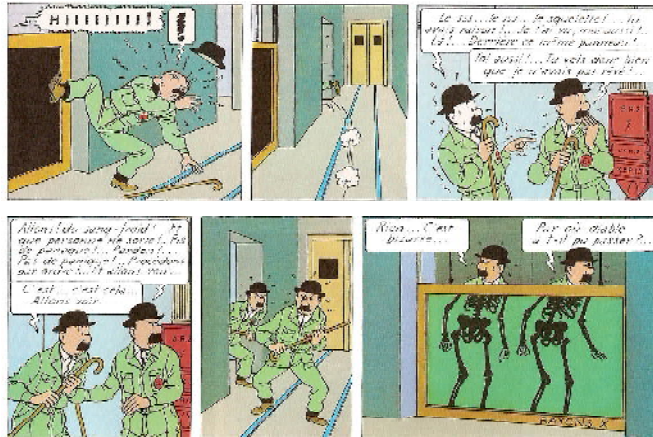
Conséquences :

En radioscopie, sur l'écran fluorescent, les os apparaissent plus ..... que la chair.

En radiographie (image sur film photographique) on obtient le négatif de l'image sur écran:

les os apparaissent donc plus ..... que la chair.

La radiographie est moins dangereuse que la radioscopie car le temps d'exposition est plus .....



### □ La scanographie.

Le scanographe (ou «scanner») a été inventé par le Britannique Hounsfield en 1973. C'est un dispositif radiologique «à balayage» qui permet la reconstruction informatique d'une coupe du corps.

De façon simplifiée, un scanographe comporte :

- une **source de rayons X** qui émet un faisceau sur le corps d'un patient.
- une **couronne de détecteurs** qui recueille le faisceau reçu atténué.

Les informations reçues sont transmises à un ordinateur qui calcule l'absorption des rayons X en tout point de la coupe sélectionnée. Après traitement, l'information est restituée sous forme d'une image numérisée observable sur un écran.

L'examen est indolore, peu agressif et pratiquement sans danger.

La scanographie permet notamment de déceler la présence des masses de liquides (kystes), de sang, de graisse, de calcium..... Elle permet une étude précise de la densité des différents tissus, décelant ainsi les tumeurs.



### C'est quoi la mammographie ?

Elle utilise les rayons X et étudie la glande mammaire: on peut ainsi dépister à un stade précoce un cancer du sein.

Elle recherche des anomalies telles que des opacités, des micros calcifications.

Elle permet aussi un repérage des lésions avant un geste chirurgical : un fil métallique (harpon) est placé sous contrôle de la mammographie et guidera le chirurgien pour enlever cette zone anormale. Cet examen est indiqué :

Chez toutes les femmes après 40 ans et doit être réalisé tous les deux à trois ans.

Lors de la découverte d'une boule dans le sein, d'un écoulement anormal du mamelon, d'une anomalie de la peau du sein.

Son principe consiste à radiographier chaque sein de face et de profil pour visualiser l'intégralité de la glande mammaire.



### □ La radiothérapie.

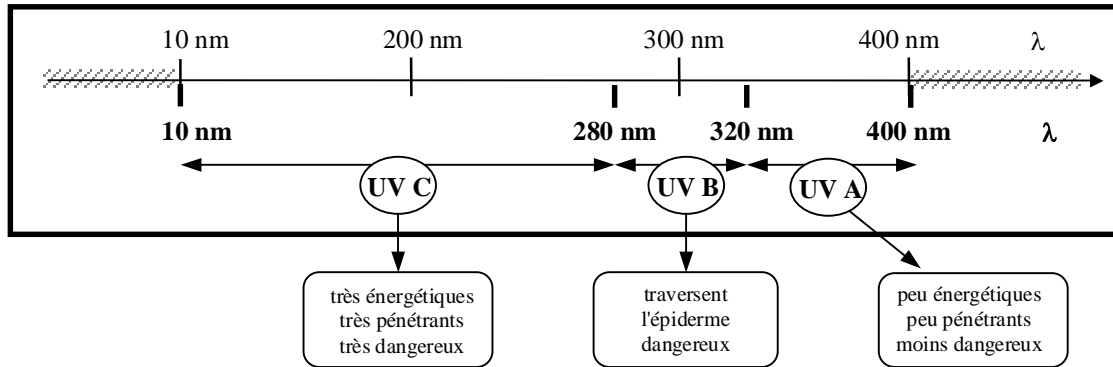
Elle repose sur l'action biologique des rayonnements ionisants.

**Des rayons X durs sont envoyés sur les cellules malades pour les détruire :** l'action destructrice repose sur la sensibilité variable des tissus pathologiques et des tissus sains.

- La destruction d'une tumeur profonde nécessite des précautions afin de respecter la peau et les organes voisins : source X éloignée, rayonnement filtré et irradiation bien ciblée.
- La radiothérapie fonctionnelle utilise l'action modificatrice des rayons X dans des pathologies moins lourdes; dans ce cas les rayons utilisés sont moins durs, les doses plus faibles et l'irradiation plus large.

## 2. LES RADIATIONS U.V.

Les physiciens classent les UV en trois catégories.



### 2.1. LES SOURCES

La principale source naturelle d'UV est le .....

Au laboratoire, la production d'UV s'effectue avec .....

### 2.2. LES EFFETS BENIFIQUES

La **désinfection et la stérilisation** de l'eau, des instruments chirurgicaux, des outils de coiffure, ... peut s'effectuer à l'aide de lampes à vapeur de mercure qui émettent des UV C ( $\lambda < 290$  nm) et détruisent les microbes.

La **pigmentation de la peau** (ou bronzage) s'explique par l'activation de la mélanine par les UV de longueur d'onde 300 nm  $< \lambda < 400$  nm. Cette pigmentation protège ensuite la peau contre les « coups de Soleil ».

La **formation de la vitamine D** nécessaire à la croissance, **l'augmentation du taux d'hémoglobine** dans le sang sont favorisées par une irradiation UV.

### 2.3. LES INCONVENIENTS

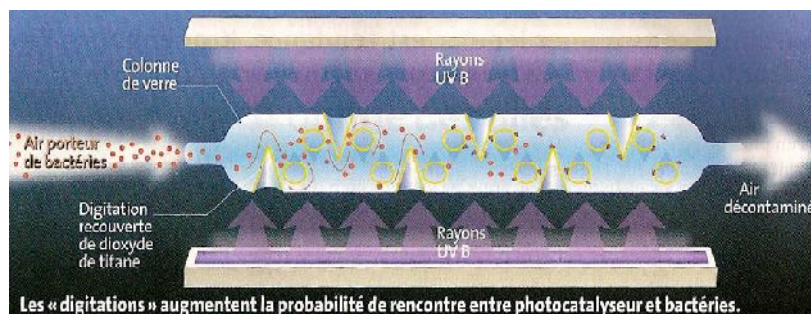
Une irradiation UV excessive n'est pas sans danger :

- conjonctivites, lésions de l'œil ...
- réactions cutanées (allergies), vieillissement prématuré de la peau, risques de **cancers**.

Des moyens de protection existent :

- limiter la durée d'exposition (surtout chez les jeunes enfants);
- filtrer les UV B essentiellement : lunettes protectrices, crèmes solaires...

### LA LAMPE UV ANTI-LEGIONNELLE



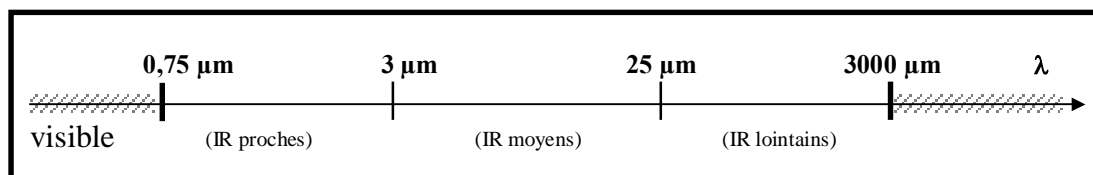
Pour lutter contre les maladies noscomiales, voici quatre petites lampes UV, avec tube en verre et un peu de dioxyde de titane - un photocatalyseur sensible aux UVB -, qui entraînent la mort des bactéries. Leurs parois cellulaires perdent peu à peu leurs électrons, qui tombent dans les « trous » créés au sein des molécules de dioxyde de titane par le bombardement de la lumière ultraviolette. D'où la conception, par des chimistes du CNRS et de l'université de Strasbourg, d'une colonne de verre, ponctuée de digitations (aspérités en forme de doigts) recouvertes de dioxyde de titane et éclairée par quatre lampes UV. Après avoir traversé ce dispositif, l'air chargé de microbes ressort stérilisé. Le procédé est assez efficace sur des agents infectieux comme la légionnelle

### 3. LES RADIATIONS INFRA ROUGE.

#### 3.1. SOURCES

Tous les corps chauds émettent des IR : ce phénomène est appelé le rayonnement thermique.

*Exemples :* Soleil, lampes à incandescence, plaques chauffantes, corps humain ...



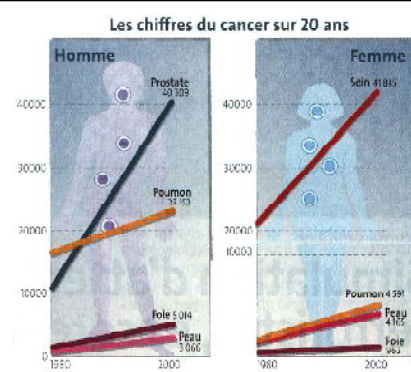
#### 3.2. LES APPLICATIONS.

L'émission d'un rayonnement IR par un corps chaud permet :

- la **télécommunication** ou transmission d'un message grâce à une télécommande.
- la **photographie** de nuit grâce à des films sensibles aux IR.
- la **thermographie** médicale: par analyse des IR émis par le corps humain on peut détecter les anomalies liées à des différences de température (cancer du sein par exemple).

##### *Toujours plus de cancers.*

La mortalité par cancer des hommes est, en France, la plus élevée d'Europe. Avec 283 décès pour 100 000 habitants en 1999 (toutes localisations confondues), notre pays se place très loin devant la Suède (196 décès). Cette situation défavorable s'explique par le poids de la triade des cancers des voies aérodigestives supérieures (bouches, lèvres, larynx), du foie et du poumon, tous liés à la consommation d'alcool et de tabac. Au plan national et sur vingt ans, les chiffres mettent en évidence une augmentation de 63 % du nombre des nouveaux cas. Le cancer du poumon est de loin le responsable du plus grand nombre de décès (27 000 morts par an), par ailleurs en très nette hausse chez les femmes, suivi du cancer colorectal (16 000 décès). Quant aux tumeurs de la prostate et du sein (le cancer le plus fréquent 42 000 nouveaux cas), leur augmentation est à rapprocher de la mise en place des dépistages par dosage hormonal du PSA, marqueur du cancer, et par mammographie. Toutefois, les études Eurocare montrent que le taux de survie, une fois la maladie diagnostiquée est, dans l'Hexagone, l'un des meilleurs d'Europe. Sciences & Avenir décembre 2003



- la **spectroscopie IR** : analyse chimique d'une molécule pour connaître sa composition.

L'absorption du rayonnement IR par un corps augmente en général sa température. Cet effet thermique trouve des applications :

- **industrielles** : séchage des peintures et vernis des voitures dans des fours à IR, dessiccation de produits chimiques, déshydratation de produits alimentaires ...
- **médicales** : réchauffement des muscles et soin des douleurs rhumatismales en kinésithérapie. (Attention: les rayons IR peuvent entraîner des lésions du cristallin et de la rétine).
- **agronomiques** : pendant le jour les rayons solaires IR traversent la vitre de la serre et sont absorbés par la Terre ce qui la réchauffe et facilite la synthèse chlorophyllienne. Pendant la nuit, la Terre émet des IR de longueur d'onde plus importante; ceux-ci ne traversent pas le verre et réchauffent l'atmosphère de la serre.

#### 3.3. LES IR ET L'ENVIRONNEMENT.

La Terre conserve dans son environnement une partie de l'énergie que lui apporte le Soleil. Le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau, présents dans les basses couches de l'atmosphère, absorbent une partie des rayons IR émis par le sol chaud : c'est **l'effet de serre**.

Cet effet permet de maintenir la température moyenne de la Terre à 15 °C au lieu de -18 °C ! Mais si la teneur de l'atmosphère en dioxyde de carbone augmente, l'effet de serre augmente aussi, entraînant à long terme de graves désordres climatiques ...