

# LES RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES & PARTICULAIRES

Dr CHAKOURI M.

---

# PLAN

- INTRODUCTION
- DESCRIPTION DU REM
- CONSTITUTION DU REM
- CLASSIFICATION DES REM
- RAYONNEMENT PARTICULAIRE
- UTILISATION DES RAYONNEMENTS EN MEDECINE
- CONCLUSION

# OBJECTIFS

- Définir un rayonnement
- Citer les caractéristiques d'un rayonnement.
- Calculer la fréquence et la longueur d'onde
- Situe le rayonnement dans l'échelle des rayonnement
- Définir les aspects du rayonnement
- Citer les applications médicales du rayonnement



# INTRODUCTION

- RÖNTGEN en 1889 découvre les rayons X
- 1896 HENRI BECQUEREL, PIERRE et MARIE CURIE découvre la radioactivité.
- comprendre ce rayonnement
- rechercher et identifier d'autres rayonnements
- comment les exploiter et les mettre aux bénéfices de l'être humain !



# INTRODUCTION

- La médecine dans son domaine de diagnostic et thérapeutique fait largement appel aux rayonnements électromagnétique sous forme de rayons X ou  $\gamma$  et à leurs interactions et effets sur la matière.
- Il conviendra donc d'étudier en premier lieu les ondes électromagnétiques (EM) et leurs caractéristiques.

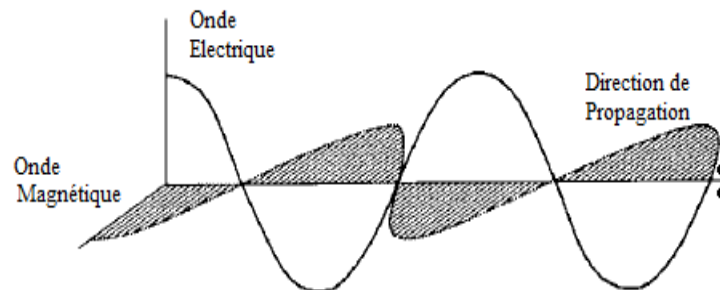
# DESCRIPTION DU REM

- Les rayonnements électromagnétiques sont toujours émis à partir de la matière,
  - soit au niveau périphérique (des électrons) ex: Rayons X
  - soit au niveau du noyau atomique ex: Rayons  $\gamma$

« *Le rayonnement représente un mode de transport d'énergie dans l'espace* ».

# CONSTITUTION DU REM

- Une onde EM résulte de l'association d'une vibration sinusoidale affectant un champ magnétique et une autre vibration affectant un champ électrique.
- Ces deux vibrations sont en phase.
- Elle se situe en permanence sur un plan perpendiculaire et la propagation se fait sur un plan perpendiculaire aux deux plans précédents, même dans le vide.



# CARACTERISTIQUES DU REM

- Célérité dans le vide
- Fréquence
- Longueur d'onde
- Energie



# CARACTERISTIQUES DU REM

- Célérité dans le vide :

Le REM se propage dans le vide à une vitesse constante  $c$  appelée célérité

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 108 \cdot 10^7 \text{ Km/h}$$

# CARACTERISTIQUES DU REM

- $\nu$  (nu) ou la fréquence :

C'est le nombre de répétition d'un même état ondulatoire par unité de temps, son unité est le Hertz (Hz).

$$\nu = \frac{\textit{célérité}}{\textit{longueur d'onde}} = \frac{c}{\lambda}$$

# CARACTERISTIQUES DU REM

- $\lambda$  ou longueur d'onde :

c'est la plus petite distance séparant deux points ayant le même état vibratoire, son unité est le mètre (m).

$$\lambda = \frac{\textit{célérité}}{\textit{Fréquence}} = \frac{c}{\nu}$$

# CARACTERISTIQUES DU REM

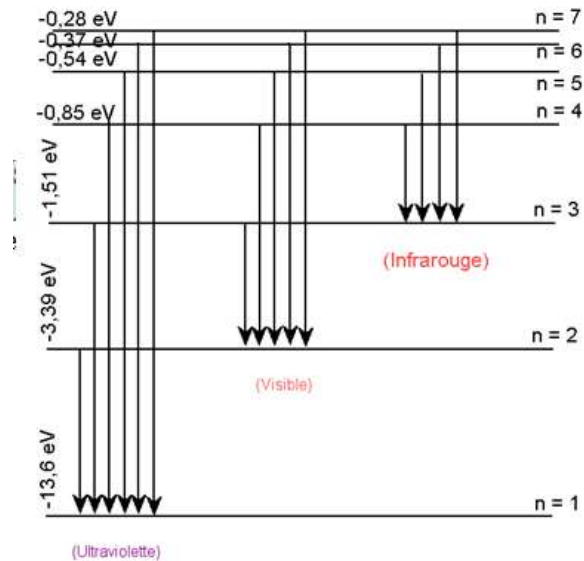
- La notion de « photon » a été annoncée par EINSTEIN en 1905, ce dernier a considéré que la lumière est constituée de particules non chargés et sans masse au repos transportant une quantité d'énergie.
- le photon transporte une énergie  $E$  , et son unité est l'électronvolt (eV).

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$h = \text{constante de Planck} = 6,62 \times 10^{-34}$  J.s.  
et  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  joules

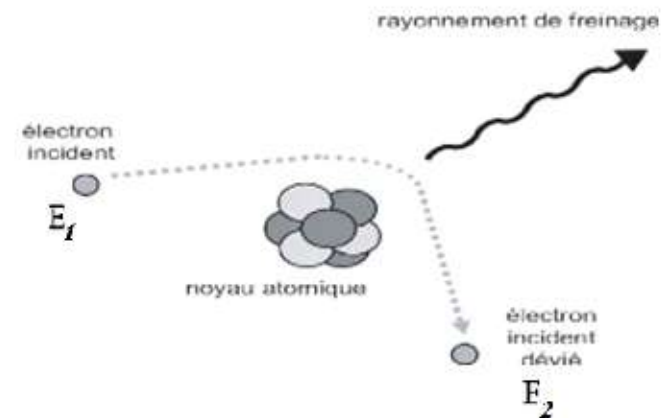
# ORIGINES DES REM

## TRANSITION DE NIVEAU D'ENERGIE



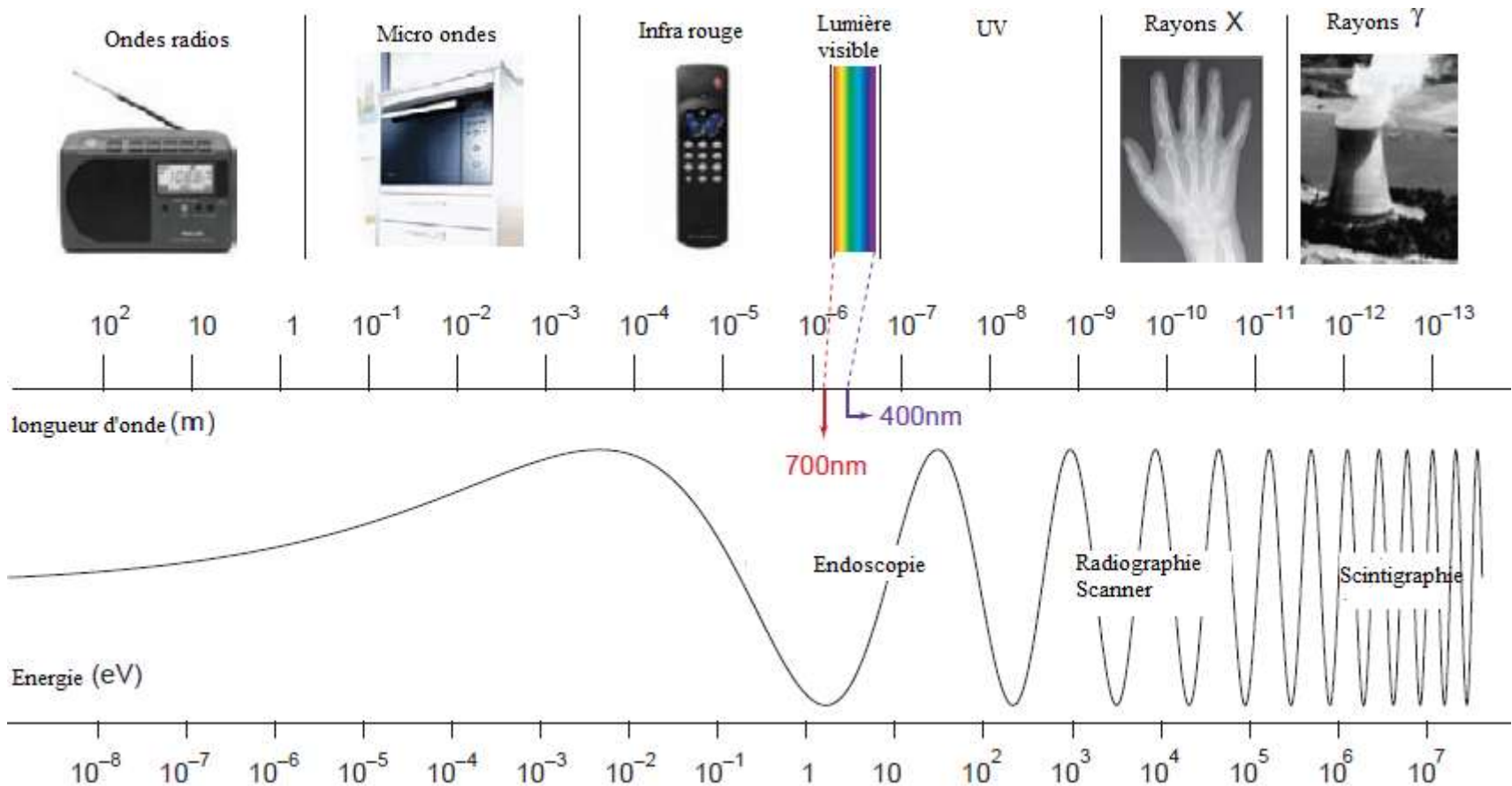
$$\Delta E = |E_i - E_f|$$

## DECELERATION DES ELECTRONS



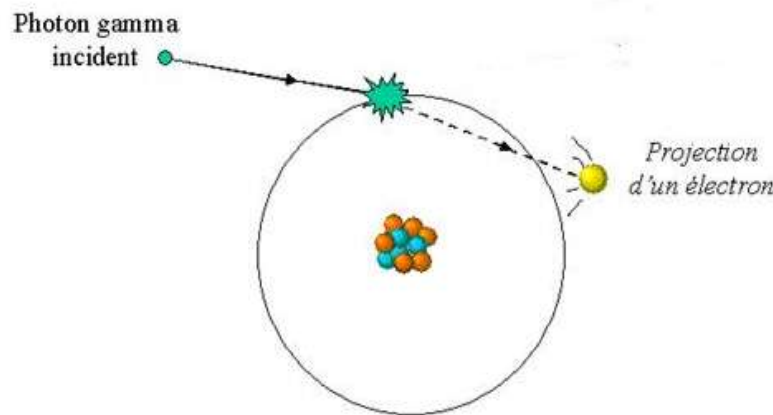
$$h\nu = |E_1 - E_2|$$

# ECHELLE DES RAYONNEMENTS



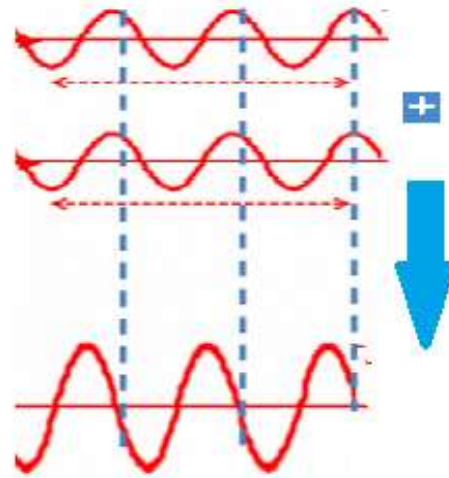
# RAYONNEMENT IONISANT/NON IONISANT

- Tout rayonnement dont l'énergie est suffisante pour arracher un électron à la structure moléculaire biologique et rayonnement non ionisant ceux qui le peuvent pas.
- Les rayonnements non ionisant ont une énergie inférieure à 13,6 eV.



# RAYONNEMENT COHERANT/NON COHERANT

- C'est l'aptitude de deux rayonnements à interférer

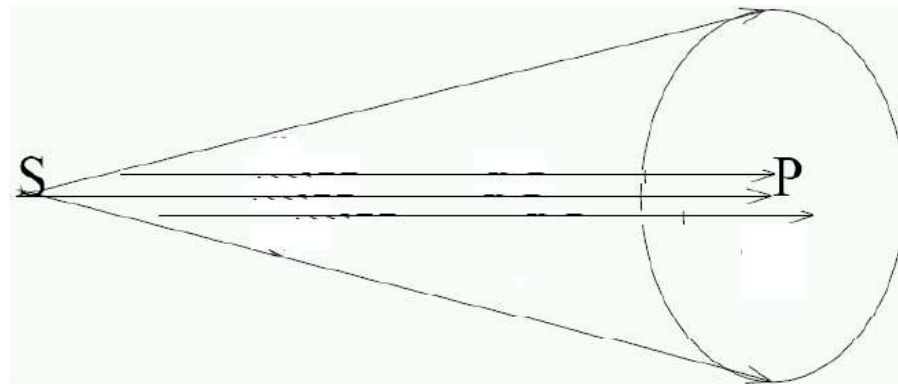


- Ex : Les lasers visibles monochromatiques ont une grande cohérence spatiale et temporelle.



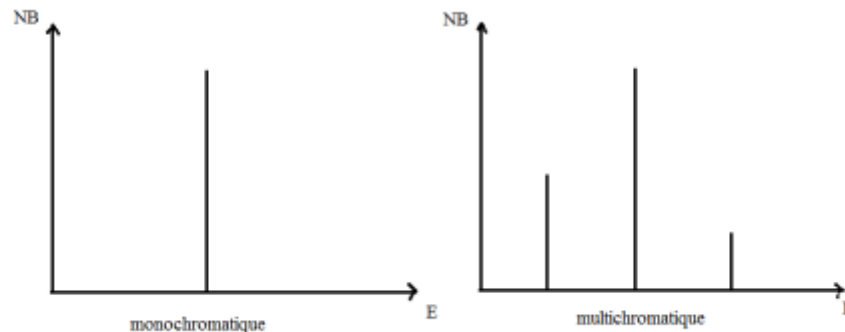
# SPECTROMETRIE D'UN FAISCEAU

- La spectrométrie est l'étude de la composition d'un faisceau de rayonnement en fonctions des énergies des rayons qui le compose.



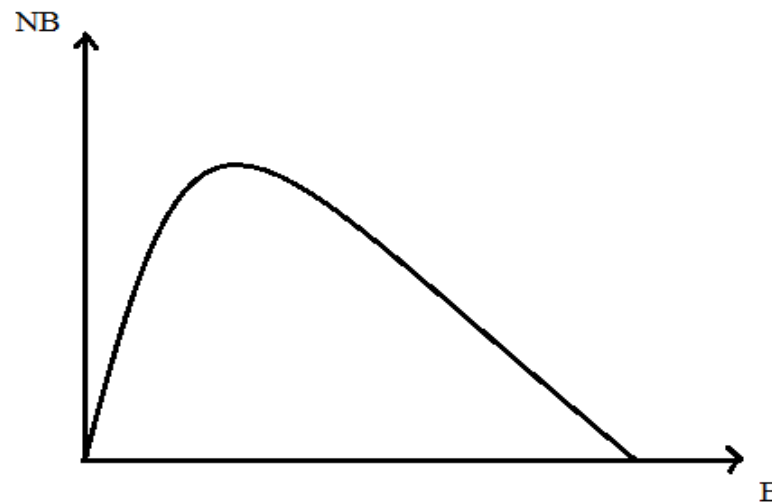
- Spectre de raie :

- Si tous les rayonnements du faisceau ont la même énergie = « monoénergétique » ou « monochromatique » = spectre est caractérisé par une raie unique,
- S'il est composé de rayons qui se répartissent à quelques énergies bien définies = « polychromatique » = le spectre est caractérisé par une série de raies.



- Spectre continu :

Le faisceau est constitué de rayons d'énergie comprise entre 0 et  $E_{\max}$ . Toutes les formes de distribution sont possible et l'énergie non quantifiée varie, il en résultera un spectre continu.



# RAYONNEMENT PARTICULAIRE

- Rayonnement formé de particules matérielles douées d'une masse au repos
- Il existe trois particules élémentaires, deux lourdes (Neutron et Proton) et une légère (électron), auquel on peut ajouter le Positon ( $\beta^+$ ) et le Négaton ( $\beta^-$ ).
- Pour les particules non élémentaires il y'a les particules  $\alpha$ .

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

# DUALITE ONDE CORPUSCULE

- La représentation ondulatoire d'un rayonnement électromagnétique n'explique pas tous les phénomènes liés à la propagation de l'énergie.
- Parfois un REM se comporte comme une onde parfois comme un corpuscule
- De même que l'hypothèse d'EINSTEIN conférait à la lumière un aspect corpusculaire, LOUIS DE BROGLIE a été amené associer à une particule de masse  $m$  et de vitesse  $v$  avec une onde de longueur d'onde  $\lambda$ .

$$E = mc^2 = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{m \times v}$$

## ASPECT ONDULATOIRE

Dans le domaine des faibles énergies ( $\lambda \nearrow$ ), l'aspect est purement ondulatoire qui est justifié par l'application pratique des ondes radioélectriques soumises aux lois de propagation des ondes : réflexion, réfraction, interférences.

$$E = h\nu$$

# ASPECT CORPUSCILAIRE

Dans le domaine des  $X$  et  $\gamma$ , c'est-à-dire des grandes énergies ( $\lambda \ll \lambda_0$ ), l'aspect photonique expliquera au mieux les phénomènes fondamentaux d'interaction, comme l'effet photoélectrique ou l'effet Compton

$$E = mc^2$$

## ASPECT MIXTE

Dans le domaine des énergies intermédiaires, allant des rayons X mous à l'infrarouge en passant par le visible, la prépondérance d'un tel ou tel phénomène sera justifiée par l'équivalence masse-longueur d'onde de DE BROGLIE.

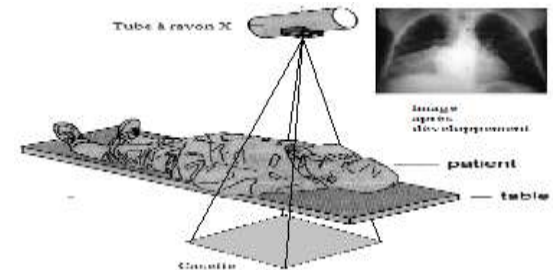
$$\lambda = \frac{h}{m \times v}$$



# APPLICATIONS MEDICALE DES RAYONNEMENT

- **IMAGERIE DIAGNOSTIC**
- **IMAGERIE FONCTIONNELLE**
- **THERAPEUTIQUE**

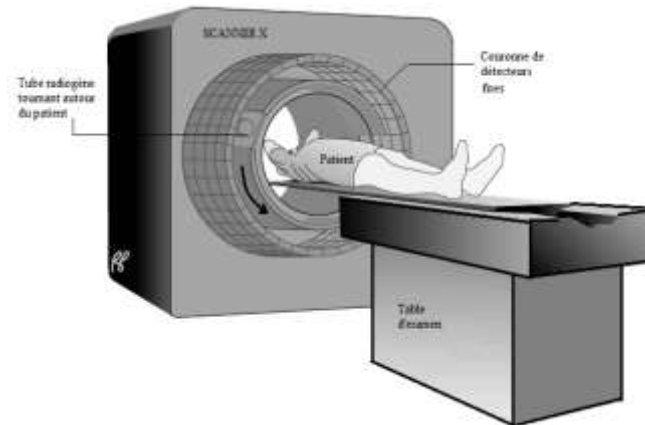
# IMAGERIE



- L'interaction d'un faisceau de rayonnement avec la matière aboutit à l'atténuation du faisceau en fonction de densité (coefficient d'atténuation) de la matière traversée.
- Ainsi, le faisceau de rayons X dirigé vers une partie d'un corps humain sera atténué selon les densités traversées (liquide, os, graisse et air) et c'est le faisceau atténué qui impressionnera le film radiologique.
- Donc l'image radiographique est le reflet de l'atténuation de rayons X, plage par plage.

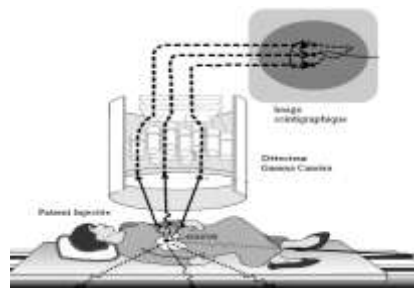
# IMAGERIE

- Le même principe est utilisé en scannographie, mais ici le faisceau atténué est capté par les détecteurs qui mesure cette atténuation, l'analyse puis la traite et la représente pixel par pixel.



# IMAGERIE

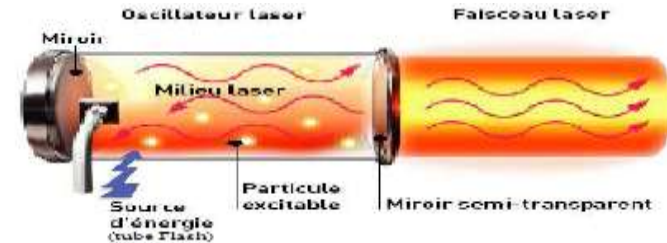
- En scintigraphie, on introduit un élément radioactif (émetteur  $\gamma$ ) dans le corps humains, les rayonnements émis du corps humain seront captés par un détecteur, puis analysés et traité par ordinateur.
- L'image scintigraphique correspondra à la distribution du radioélément dans un organe spécifique.



# RADIOTHERAPIE

- Elle consiste à l'utilisation des rayonnements ionisants à des fins thérapeutiques. Ces rayonnements ont la capacité d'arracher des électrons à la structure atomique, ce déstabilisera la molécule organique ou fonctionnelle et aboutit à sa rupture et sa destruction.
- Les rayonnements énergétiques X (des accélérateurs linéaires) ou  $\gamma$  (des sources de Cobalt) parfois les électrons sont utilisés à cet effet pour arriver au noyau des cellules cancéreuses et détruire leurs ADN.

# LASER



- Le laser à trouver une grande place dans le domaine médicale à cause de ses propriétés : cohérence, puissance, monochromaticité.
- En raison de leur précision directionnelle, les rayons laser servent à couper et à cautériser les tissus organiques, sans endommager les tissus sains environnants.

# PHOTOTHERAPIE

- Les rayonnements de faibles énergies (les UV surtout) sont aussi utilisés en dermatologie, où le patient prend une douche D'UV sur tous le corps pour traiter certaines affections métaboliques (Ex : l'ictère).



# CONCLUSION

- Les REM représentent une forme de transport d'énergie dans l'espace. Ils s'étalent sur un large spectre d'énergies (ou de longueur d'ondes) et ils se distinguent les uns des autres par leur interactions avec la matière ou leurs effets sur elle.
- L'exploration anatomique du corps humain est basée sur le principe d'atténuation des rayons X par la matière alors que l'exploration physiologique (scintigraphie) est basée sur la détection des rayonnements  $\gamma$ .
- Le phénomène d'ionisation permet à une l'échelle cellulaire la destruction du brin d'ADN nucléaire entraînant la mort des cellules cancéreuse, c'effet exploité en radiothérapie.
- Et bien sûr, il existe d'autres applications des rayonnements dans d'autres domaines : Lasers, microondes, ondes Radio, radar et télévision.