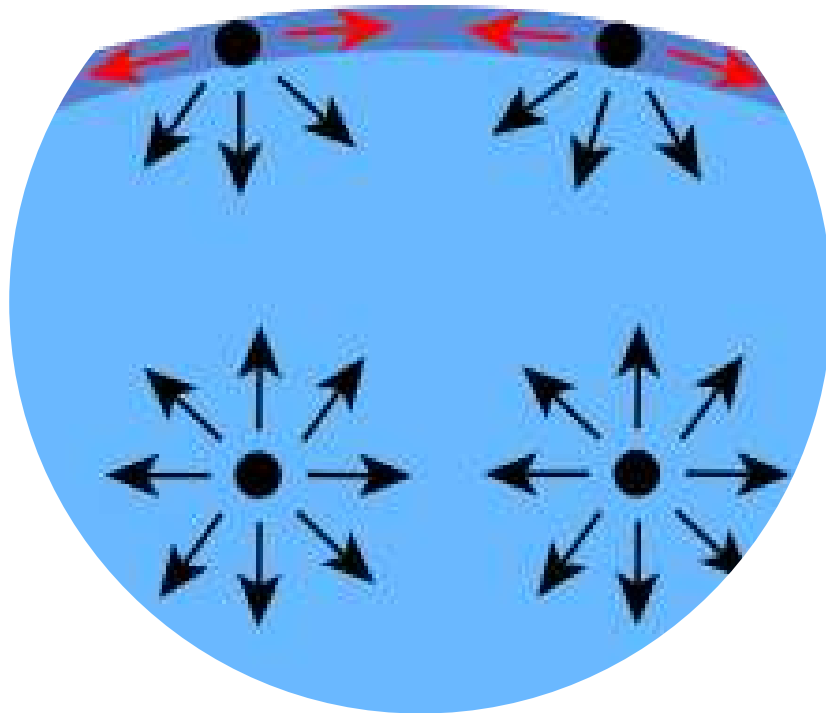


# Biophysique



## SCIENCES DE LA VIE



### Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



### Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



### Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

# Cours de Biophysique



Université Abdelmalek Essaadi  
Faculté des sciences de Tétouan  
Département de Biologie



SV3 2021/2022

Pr. Khouzaima El Biari

## Rappels du spectre électromagnétique

Les ondes électromagnétiques sont classées en plusieurs types, parce que ses effets sont très différents.

### Classification des rayonnements

❑ Selon la **Nature** du rayonnement, ils sont classés en rayonnements électromagnétiques et rayonnements particuliers (électrons, protons, neutrons, particules  $\alpha$ , ions lourds, résidus de fission nucléaire).

❑ Selon les **Effets** sur la matière biologique, ils sont classés en rayonnements ionisants et rayonnements non-ionisants.

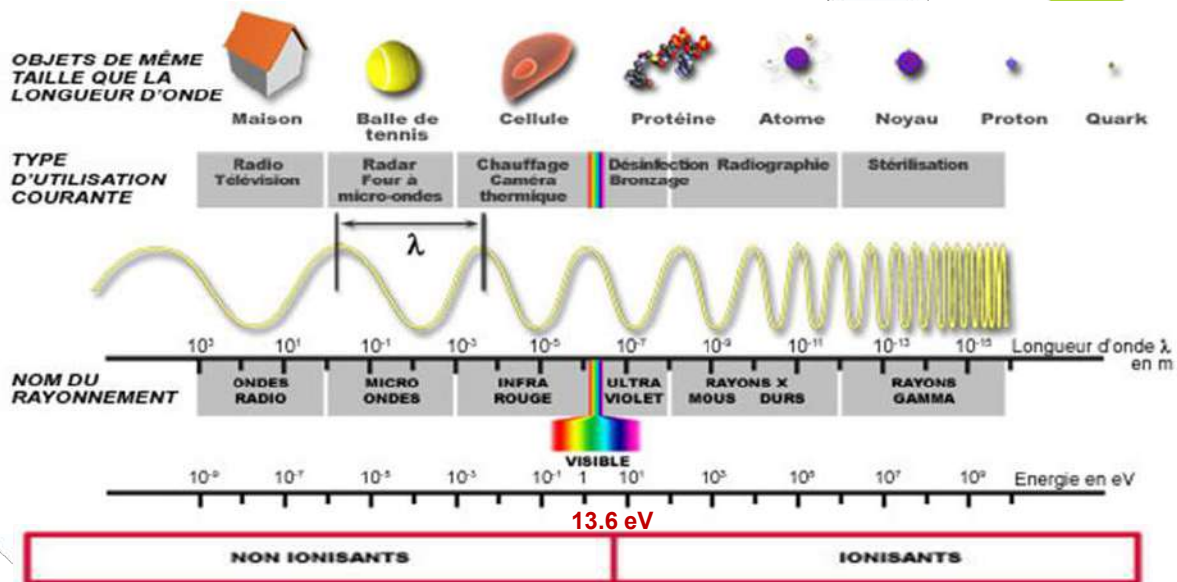
R. Electromagnétiques

R. Particulaires

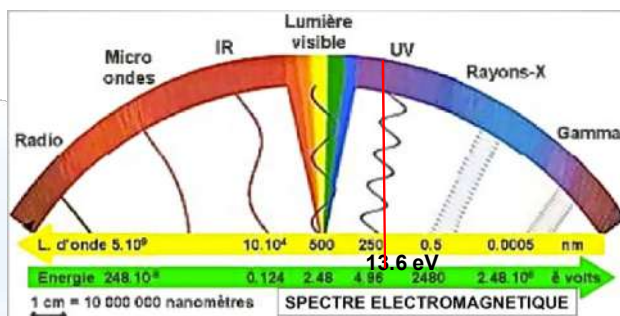
R. Ionisants ( Eng > 13.6 eV)

R. Non Ionisants ( Eng < 13.6 eV)

## Rappels du spectre électromagnétique



## Spectre électromagnétique: Les REM Ionisants



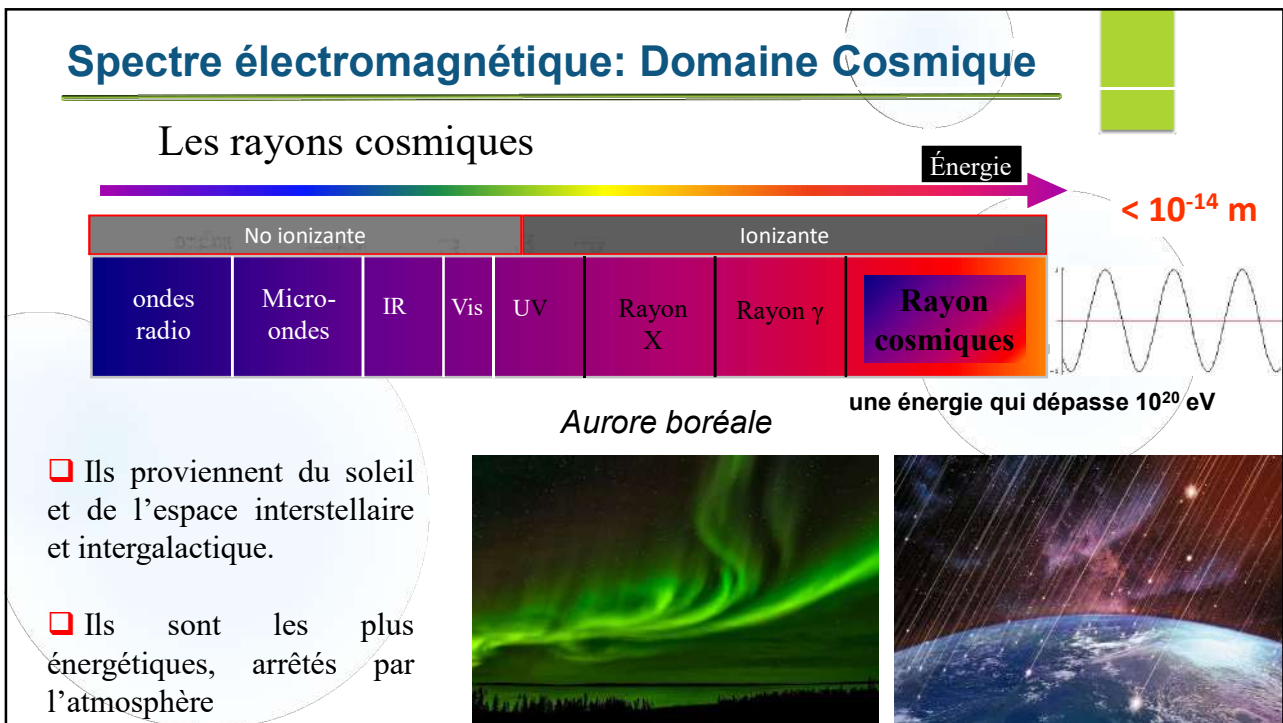
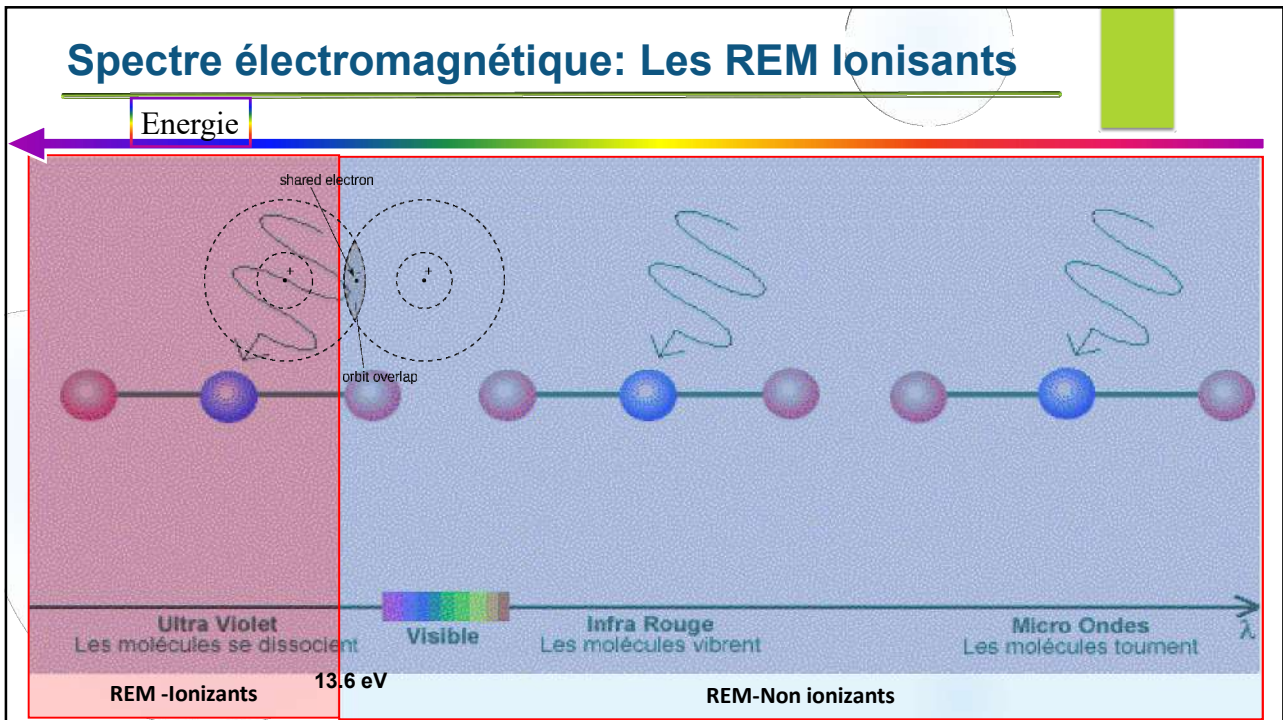
### Les rayonnements ionisants:

Ils ont une énergie supérieure à 13.6 eV, très dangereux ==> ils peuvent entraîner des altérations au niveau des molécules biologiques

L'énergie en eV d'ionisation de certains atomes d'intérêt biologique:

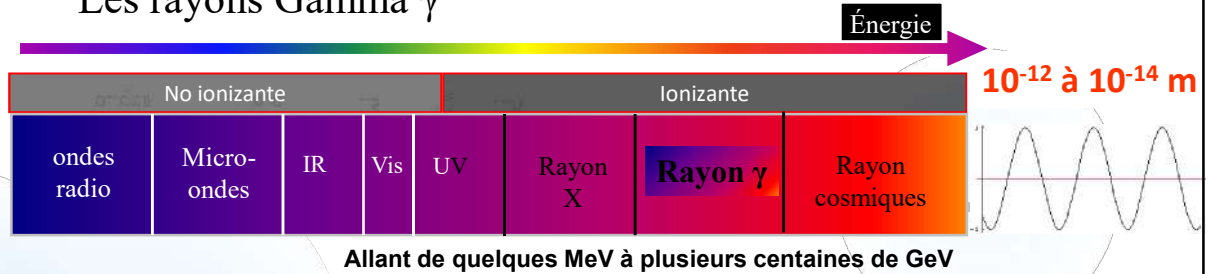
- H: 13,59 eV
- N: 14,53 eV
- C: 11,26 eV
- O: 13,61 eV

un rayonnement qui a une énergie supérieure à celle de l'énergie de l'ionisation l'atome va l'ioniser



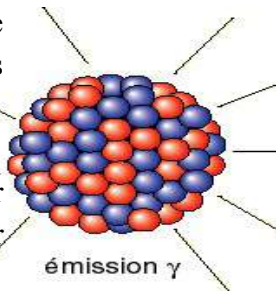
## Spectre électromagnétique: Domaine Gamma

### Les rayons Gamma $\gamma$



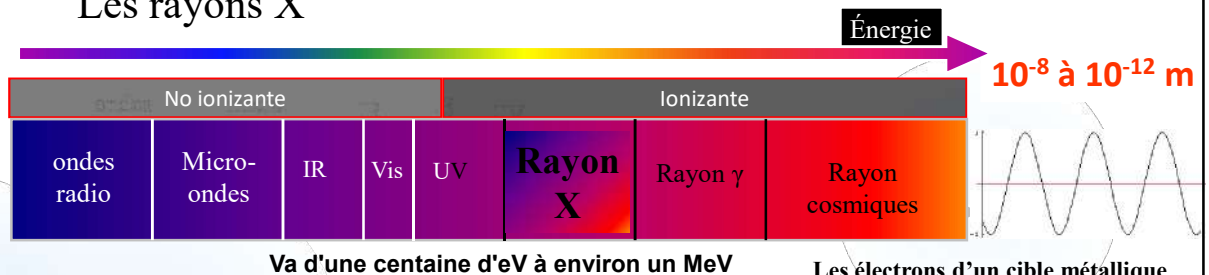
❑ Le rayonnement gamma (de source cosmique) résulte des événements les plus violents de l'univers

❑ Les rayons gamma sont émis par des atomes radioactifs lors de leur désintégration (alpha ou bêta).



## Spectre électromagnétique: Domaine X

### Les rayons X



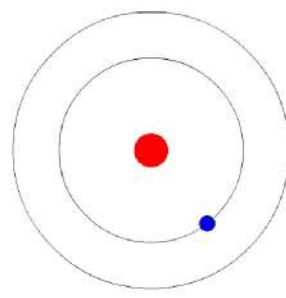
❑ Ils sont de même nature que les radiations gamma, bien qu'ils possèdent un peu moins d'énergie.

❑ Ils proviennent aussi des électrons des atomes.

❑ Ils sont utilisés en imagerie médicale et en radiocristallographie.



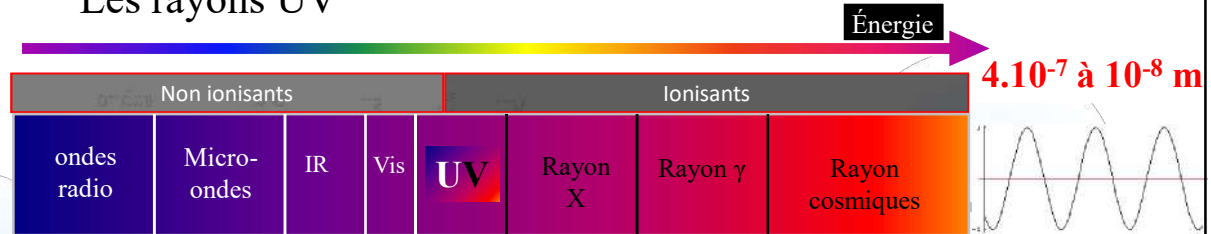
Les électrons d'un cible métallique





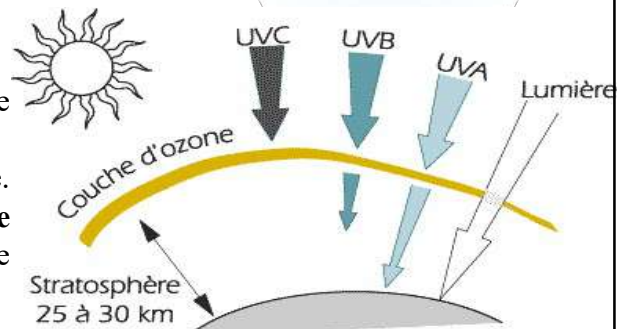
## Spectre électromagnétique: Domaine UV

### Les rayons UV



3 eV et 124 eV

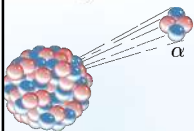
- Proviennent du soleil et de lampes spécifiques
- Les ultraviolets chevauchent la limite entre rayonnement ionisants et non ionisants
- Les rayons UV sont essentiels à la vie sur terre. Ils participent notamment à la **photosynthèse** chez les plantes ainsi qu'à la production de **vitamine D** chez l'humain.



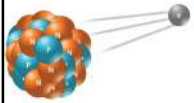
## Spectre électromagnétique: Les REM Ionisants

### Les radiations ionisantes:

- I. Les radiations ionisantes directes: constituées des **particules électriquement chargées** (particules alpha et beta)



❖ **Particules alpha:** particule composée de deux protons et deux neutrons chacune, et qui porte une double charge positive (charge électrique +2). Obtenue à partir d'un noyau d'Uranium qui se transforme en Hélium.



❖ **Particules beta:** est une forme de particules éjectées du noyau des atomes et qui peuvent être des électrons e<sup>-</sup> (Beta), ou des positrons e<sup>+</sup> (Beta).

## Spectre électromagnétique: Les REM Ionisants

II. **Les radiations ionisantes indirectes:** constituées des **particules non chargées électriquement** (Rayons Gamma, X, Neutronique)

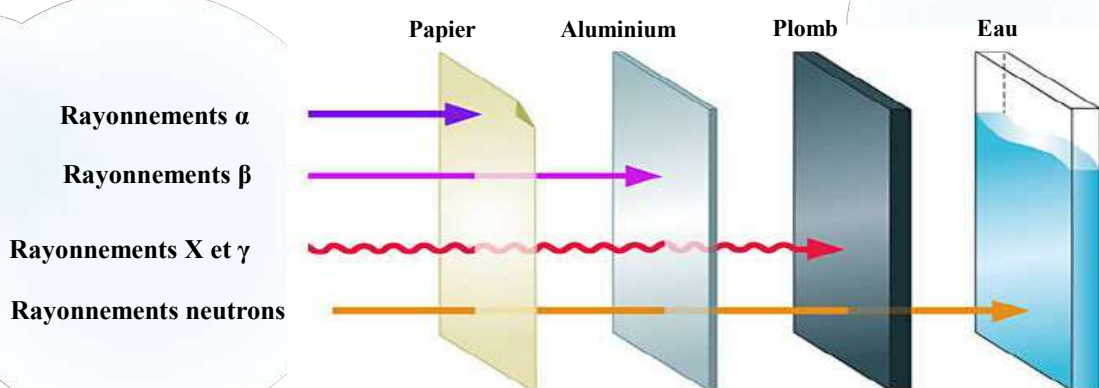
❖ **Rayons X :** Ce Sont constitués d'ondes EM, produites à la suite d'interactions spécifiques entre les électrons et les particules

❖ **Rayons Gamma:** ce sont des ondes EM constituées de photons provenant de l'intérieur du noyau

❖ **Rayons Neutronique :** Sont des rayonnements émis lors des processus de fusion et de la fission de noyaux

## Spectre électromagnétique: Les REM Ionisants

### Capacité de pénétration des rayonnements



## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

**Q:** Comment les REM ionisants interagissent avec la matière vivante et affecte l'organisme? Et quel sont les effets de ces interactions?

Ces effets dépendent de plusieurs paramètres:

- ✓ La dose reçue (durée d'exposition)
- ✓ Le mode d'exposition
- ✓ La nature de cible (tissu ou organe touché)
- ✓ L'âge de l'individu

Les effets provoqués peuvent être des effets immédiats ou à long terme, selon l'énergie de rayonnement (faible ou forte)

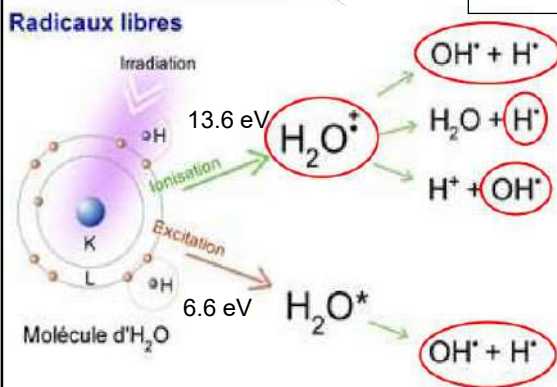
## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### Effets sur L'ADN:

► **Effets indirecte** Formation des radicaux libres par radiolyse de l'eau

► **Effets directe**

**Un radical libre:** c'est un atome ou une molécule dont un électron ( $e^-$  aqueux) est non apparié provoquant l'instabilité et une forte réactivité généralement toxique



Si  $H^* + OH^*$  se recombine avec  $H^* + OH^*$   
 $\rightarrow 2 (H^* + OH^*) \rightarrow H_2 + H_2O_2$

Peroxyde d'hydrogène = Eau oxygénée

$\rightarrow$  **Stress oxydatif de la cellule**

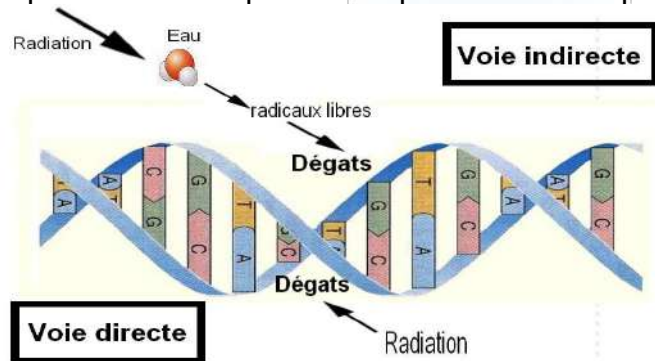
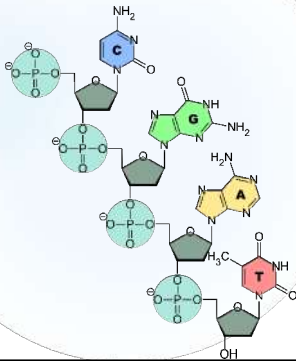


## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### Effets sur l'ADN:

#### Les cassures simple brin

- Le radicale  $\text{OH}^*$  arrache un atome d'hydrogène du sucre, ce qui provoque la rupture immédiate des liaisons phosphate-sucre et par conséquent une coupure de la chaîne d'ADN



## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### Effets sur l'ADN:

#### Les cassures double brin

- Elles sont parmi les lésions les plus néfastes, c'est la rupture des deux brins de l'ADN à des sites proches. Sont difficiles à réparer et engendrent généralement la létalité de la cellule

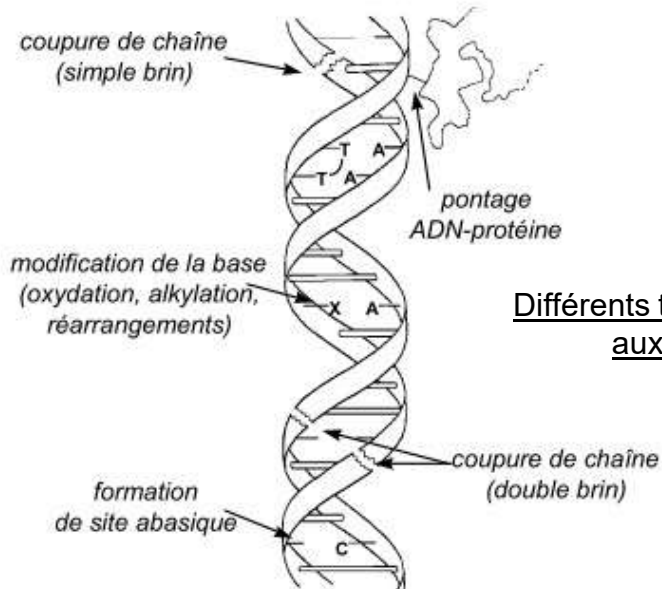
#### Les pontage

- La formation des ponts à des niveaux différents, soit des pontages intra-chaîne ou inter-chaîne, ainsi que des pontages ADN-protéines (avec les acides aminés des protéines les plus proches)

#### Les dommages de bases

- Méthylation, oxydation, alkylation ou échanges de bases ce qui provoque des mutation ou des cancérisation

## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme



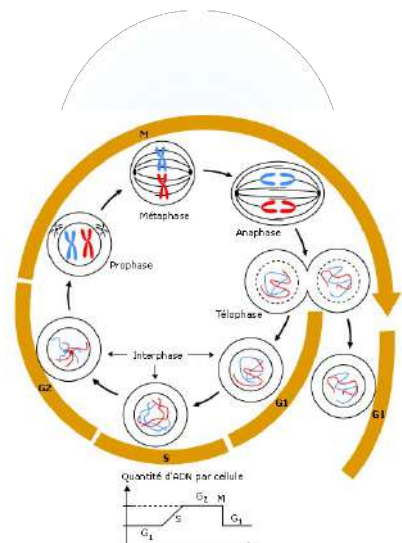
Différents types de lésions de l'ADN, suite aux rayonnements ionisants

## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### Action sur la cellule:

#### I. Facteurs jouant sur la radiosensibilité cellulaire:

- ▶ **Phase du cycle cellulaire:** La radiosensibilité est souvent maximale en phase G2 et M et toujours minimale en phase S.
- ▶ **L'environnement cellulaire:** la radiosensibilité de la cellule augmente avec l'oxydation, ceci s'explique par l'augmentation de radicaux libres en présence de l'oxygène
- ▶ **La nature de Rayonnement**
- ▶ **La distribution de la dose dans le temps**



## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### **Action sur la cellule:**

#### **II. Les effets s'expriment par plusieurs fonctions**

- ▶ L'apparition d'un stress oxydatif et une chute du potentiel redox mitochondrial
- ▶ L'activation des voies de signalisation modifiant l'expression des gènes ou des activités protéiques.
- ▶ La modification ou altération du cycle cellulaire
- ▶ L'apparition des mutation

## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### **Action sur la cellule:**

#### **III. Les conséquences**

- ▶ La mort immédiate (en absence de réparation ou si la cellule est mal réparée)
- ▶ La mort différée liée à l'instabilité génomique, survient quelques heures ou quelques jours pour les cellules à divisions rapides et des mois ou des années pour les cellules à divisions lente. Cette mort différée se fait par:
  - ▶ Une mort mitotique
  - ▶ Une apoptose
  - ▶ Une nécrose
  - ▶ Une autophagie

## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### Action sur l'homme:

#### III. Les conséquences

- ▶ Un dommage massif des cellules crée des lésions tissulaires qui peuvent **altérer les fonctions de l'organisme**.
- ▶ Ceci est observé à partir d'une dose seuil, changeable selon l'organe ou le tissu.

#### Doses et unités

Le Becquerel (Bq)

Le Gray (Gy)

Le Sievert (Sv) :

## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

#### Le Becquerel (Bq)

L'échantillon radioactif se caractérise par le nombre de désintégrations de noyaux radioactifs par seconde qui s'y produisent. L'unité de mesure de la **radioactivité** est le **Becquerel** (Bq).

1 Bq = 1 désintégration par seconde

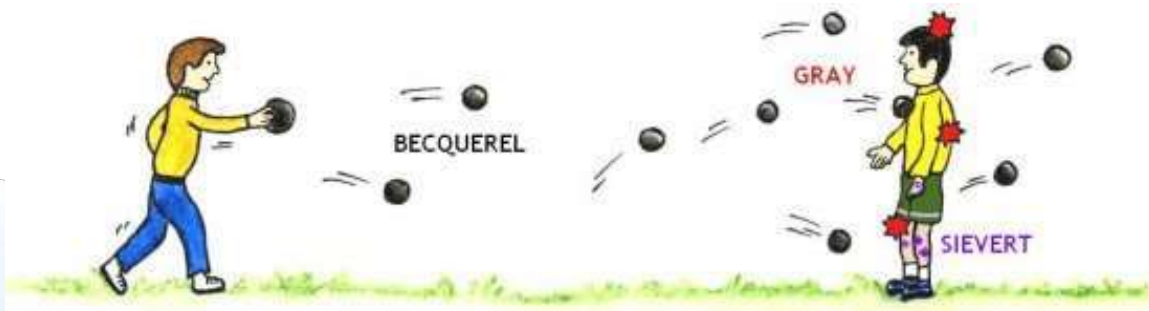
#### Le Gray (Gy)

L'unité de mesure de la dose absorbée est le **Gray** (Gy). Il correspond à l'énergie cédée par unité de masse. Elle ne prend en compte que l'effet biologique

#### Le Sievert (Sv) :

Les effets biologiques de la radioactivité sont exprimés en **Sievert** (notation: Sv). Cette unité prend en compte la nature de chaque rayonnement alpha, bêta et gamma (ainsi on pourra comparer leurs effets), de la radiosensibilité des tissus et de la dose de rayonnement absorbée par unité de masse.

## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme



Le nombre de balles envoyées peut se comparer au nombre de rayonnements émis par une source radioactive, c'est-à-dire son activité (**Becquerel**)

Le nombre de balles reçues par son camarade représente la dose absorbée (**Gray**)

Les marques laissées sur son corps, selon que les balles sont plus ou moins lourdes et que les points touchés sont plus ou moins sensibles, sont l'effet produit, et peuvent se comparer à la dose efficace (**Sievert**)

## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### Action sur l'homme:

Les principaux effets d'expositions localisées aiguës sur les diverses parties du corps en fonction de la dose reçue

Dose (Gy)	Dose équivalente (Sv)	Organe	Effets
0,1	1	embryon	avant implantation (1er - 8è jour)
			pendant l'organogénèse (9è - 60è jour)
0,1 - 0,2	1 - 2		stade foetal (8è à 15è semaine) - Interruption grossesse envisagée si > 0,2 Sv
0,3 - 0,5	0,15	testicules	stérilité provisoire
1		peau	fragilisation si exposition ultérieure
3		ovaires	stérilité provisoire
5	3,5 - 6	testicules	stérilité définitive
7	2,5 - 6	ovaires	stérilité définitive
5-10	5	peau	épidermite exsudative
5-10	5	cristallin	Cataracte
15 -20		peau	ulcération et nécrose aiguë - épilation définitive



## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

Syndromes apparaissent aux niveaux d'exposition au REM ionisant

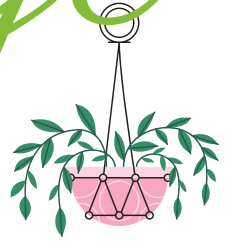
Dose (Gy)	Dose équivalente (Sv)	Effets
0,3 – 1	1	nausées, vomissements
1 - 3,5	3 à 6	épilation provisoire
		syndrome hématopoïétique: atteinte des organes assurant le renouvellement des lymphocytes, des globules blancs et des plaquettes --> hémorragies
3,5 - 5,5		dose létale 50: 50 % au moins des individus meurent d'hémorragies et d'infections
5-7		stérilité définitive
5,5 - 7,5		syndrome gastro-intestinal: atteinte des cellules de la muqueuse intestinale à fort taux de renouvellement entraînant des infections et la mort si pas de greffe de moelle osseuse
7,5 – 10	> 6	atteinte des poumons
> 10 - 15	> 10	syndrome neurologique: oedème cérébral et coma - mort en quelques jours
	20	mort en quelques heures

## Effets biologiques des REM Ionisants sur l'organisme

### ► Exemple de Tchernobyl

Lors des accidents sur les réacteurs des centrales nucléaires de Tchernobyl et Fukushima certains des opérateurs ayant intervenu ont été exposés à de fortes doses. A Tchernobyl, les opérateurs qui ont fait face à l'accident nucléaire durant les premières heures furent hospitalisés suite à l'exposition aux radiations. **Le syndrome d'irradiation aigue a été confirmé chez un très grand nombre de ces opérateurs.**  $\frac{1}{4}$  de ces irradiés ont reçu des doses inférieures à 2,1 Gy et les  $\frac{3}{4}$  autres ont été **exposés à des doses pouvant excéder les 16 Gy**. La moitié d'entre eux sont morts dans les quatre mois après l'accident le reste sont décédés dans les années suivantes des effets de ces radiations aigues.

# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

