

Chapitre 1

**Bases biophysiques  
de l'utilisation des rayonnements ionisants  
dans les professions de santé**

Dr. Jean-François ADAM

# Objectifs pédagogiques du cours

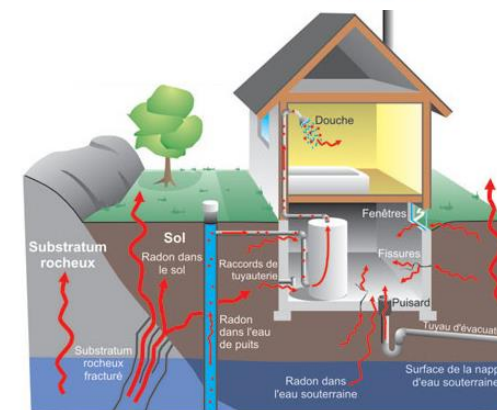
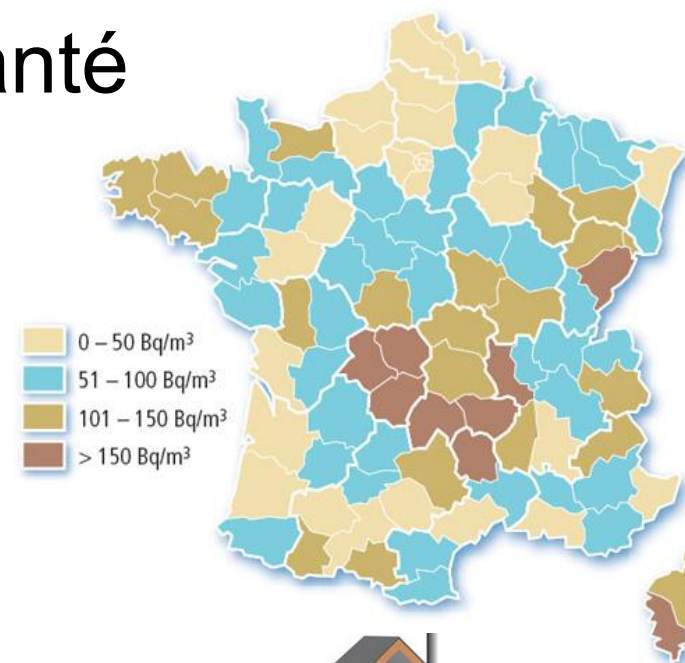
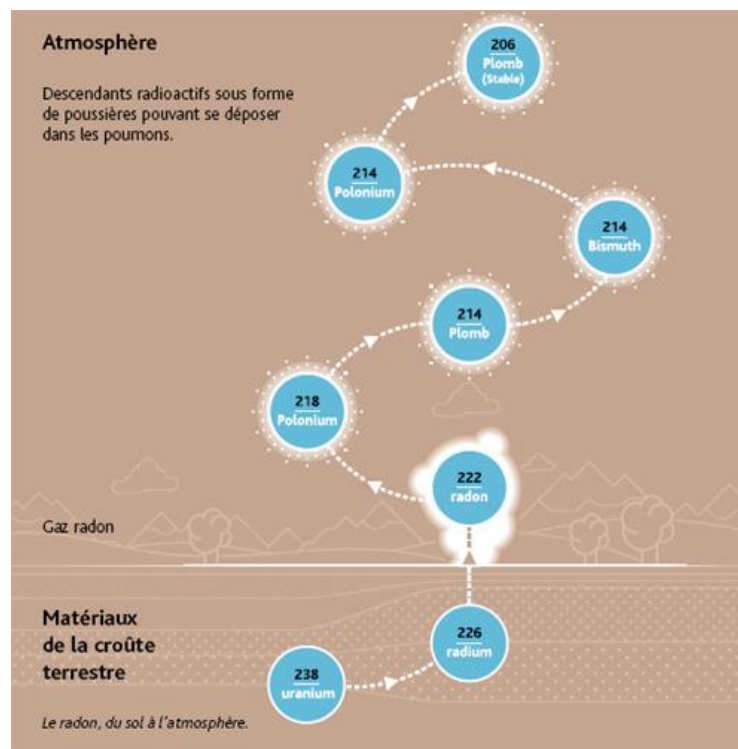
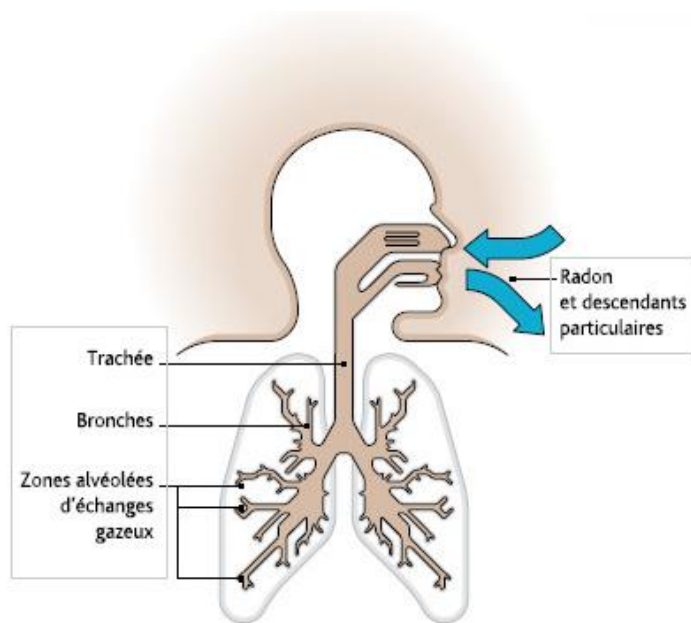
- Comprendre pourquoi nous intéresser aux rayonnements ionisants et leurs utilisation en médecine.
- Avoir une vision globale du programme de biophysique 2&3.
- Appréhender le monde de la physique subatomique : l'atome, le noyau et quelques ordres de grandeurs en physique nucléaire.

# Deux raisons principales de s'intéresser aux rayonnements ionisants en santé

- Conséquences des irradiations sur la santé
- Utilisation des rayonnements ionisants en médecine
  - Diagnostique
  - Thérapeutique
- Quelles conséquences pour les patients ? Notion de bénéfice/risque
- Quelles conséquences pour le personnel exposé? pour le public exposé? Règles de radioprotection.

# Deux types de raisons de s'intéresser aux rayonnements ionisants en santé

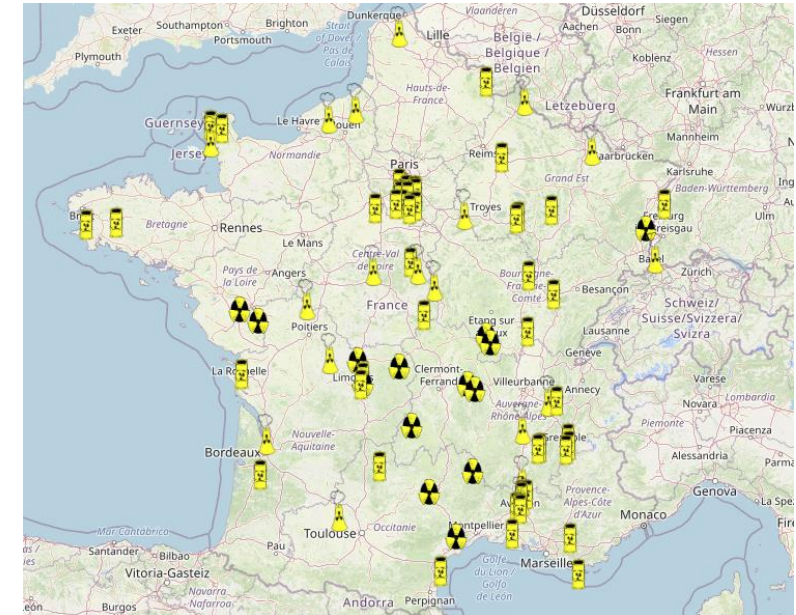
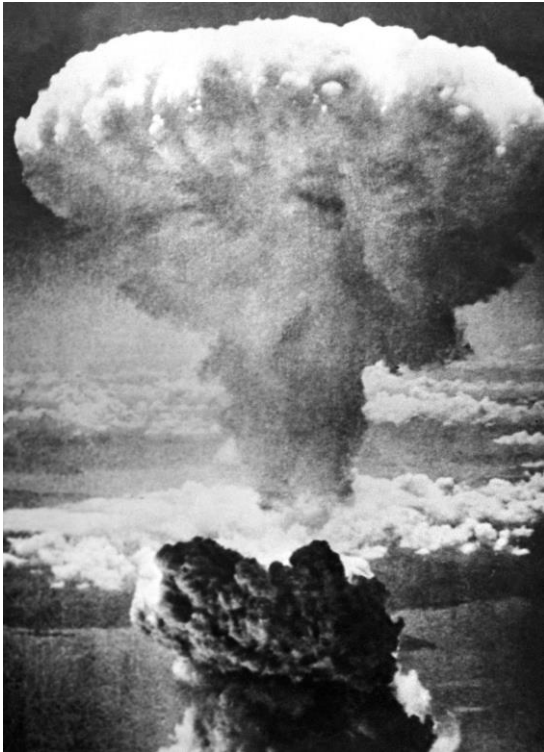
- Conséquences des irradiations sur la santé








# Deux types de raisons de s'intéresser aux rayonnements ionisants en santé

- Conséquences des irradiations sur la santé



## LÉGENDE :

-  Centrale nucléaire de production d'électricité.
-  Ancienne mine d'uranium.
-  Site d'entreposage de matières et de déchets radioactifs.

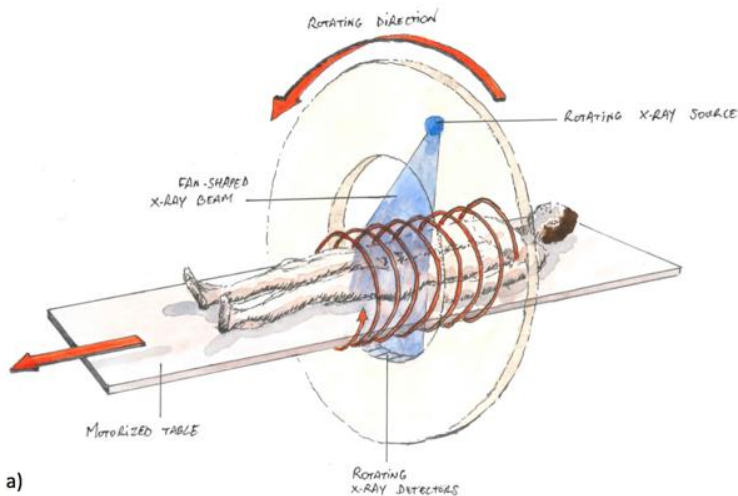
[https://www.liberation.fr/planete/2015/08/06/a-8h15-little-boy-est-largue-dans-le-ciel-de-hiroshima\\_1359217](https://www.liberation.fr/planete/2015/08/06/a-8h15-little-boy-est-largue-dans-le-ciel-de-hiroshima_1359217)

<https://reporterre.net/Fukushima-sous-la-centrale-se>

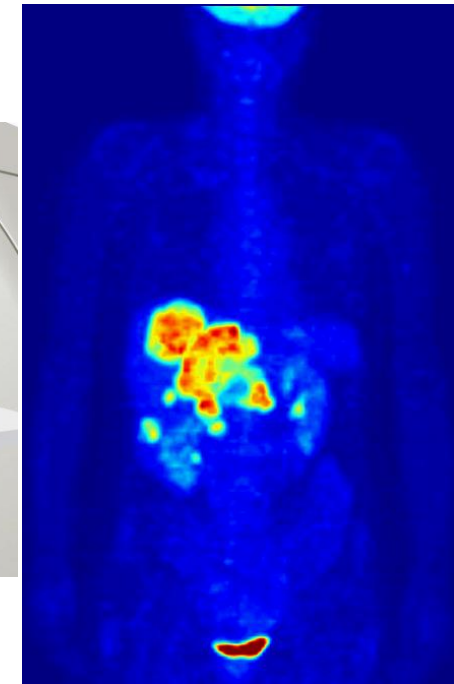
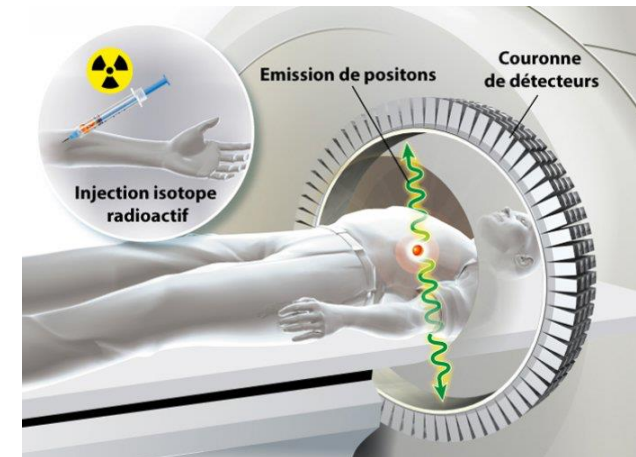
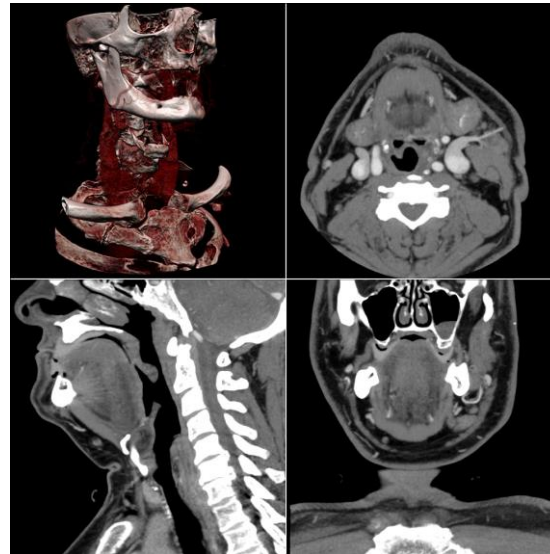
<https://reporterre.net/CARTE-EXCLUSIVE-Les-dechets-radioactifs-s-entassent-partout-en-France>

# Deux types de raisons de s'intéresser aux rayonnements ionisants en santé

- Utilisation des rayonnements ionisants en médecine
  - Diagnostique



a)



Labriet H, et al. *Scientific Reports*. 2018. 8(1):12491.

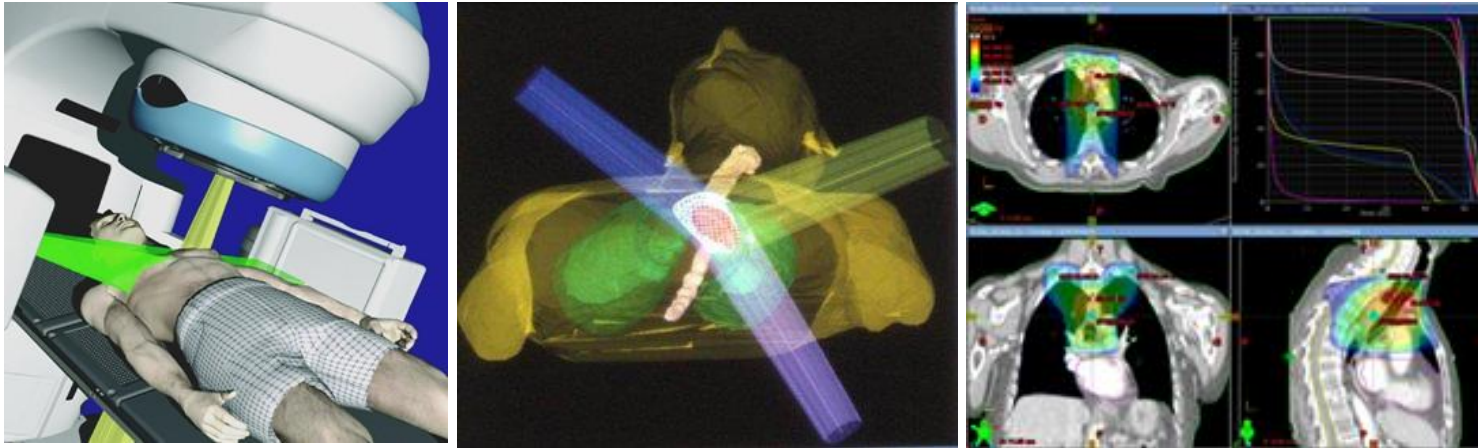
<http://www.dosisoft.com>

<https://imagerie-medicale-bois-bernard.ramsaygds.fr/votre-examen/votre-tep>



# Deux types de raisons de s'intéresser aux rayonnements ionisants en santé

- Utilisation des rayonnements ionisants en médecine
  - Thérapeutique



[JF Adam: ntroduction à la physique médicale  
https://www.researchgate.net/publication/24280752\\_Optimal\\_treatment\\_of\\_painful\\_bone\\_metastases\\_with\\_Samarium\\_EDTMP\\_in\\_a\\_haemodialysis\\_patient\\_Effectiveness\\_and\\_safety\\_of\\_internal\\_radiotherapy](https://www.researchgate.net/publication/24280752_Optimal_treatment_of_painful_bone_metastases_with_Samarium_EDTMP_in_a_haemodialysis_patient_Effectiveness_and_safety_of_internal_radiotherapy)

# Quelles conséquences pour les patients ?

## Notion de bénéfice/risque

Connaître les **conséquences** et **justifier la prescription** d'un examen irradiant est une **obligation légale** pour tout médecin...



# Quelles conséquences pour le personnel exposé? Règles de radioprotection.



# Radioactivité, interactions des rayonnements avec la matière, dosimétrie, radiobiologie, radioprotection

BPH(2): Docteur Jean-François ADAM

- Généralités
- Rappels sur la radioactivité
- Interactions rayonnements - matière
  - Interactions des particules chargées avec la matière
  - Interactions des neutrons avec la matière
  - Interaction des photons avec la matière
- Comment détecter les rayonnements ionisants

# Radioactivité, interactions des rayonnements avec la matière, dosimétrie, radiobiologie, radioprotection

BPH(3): Professeur Jean-Philippe VUILLEZ

- Dosimétrie
  - Définition. Calcul de dose
  - Contamination
- Radiobiologie
  - Effets déterministes
  - Effets stochastiques
- Radioprotection, optimisation, justification
  - Radioprotection des travailleurs
  - Radioprotection des patients
  - Radioprotection du public et de l'environnement

# Objectifs pédagogiques

- 1 – Connaître l'origine et la nature des rayonnements auxquels sont exposés les individus
- 2 – Connaître les effets physiques et biologiques de ces rayonnements sur l'organisme
- 3 – Connaître les principes de détection et de mesure des rayonnements, et du fonctionnement des détecteurs
- 4 – Connaître et interpréter les grandeurs dosimétriques

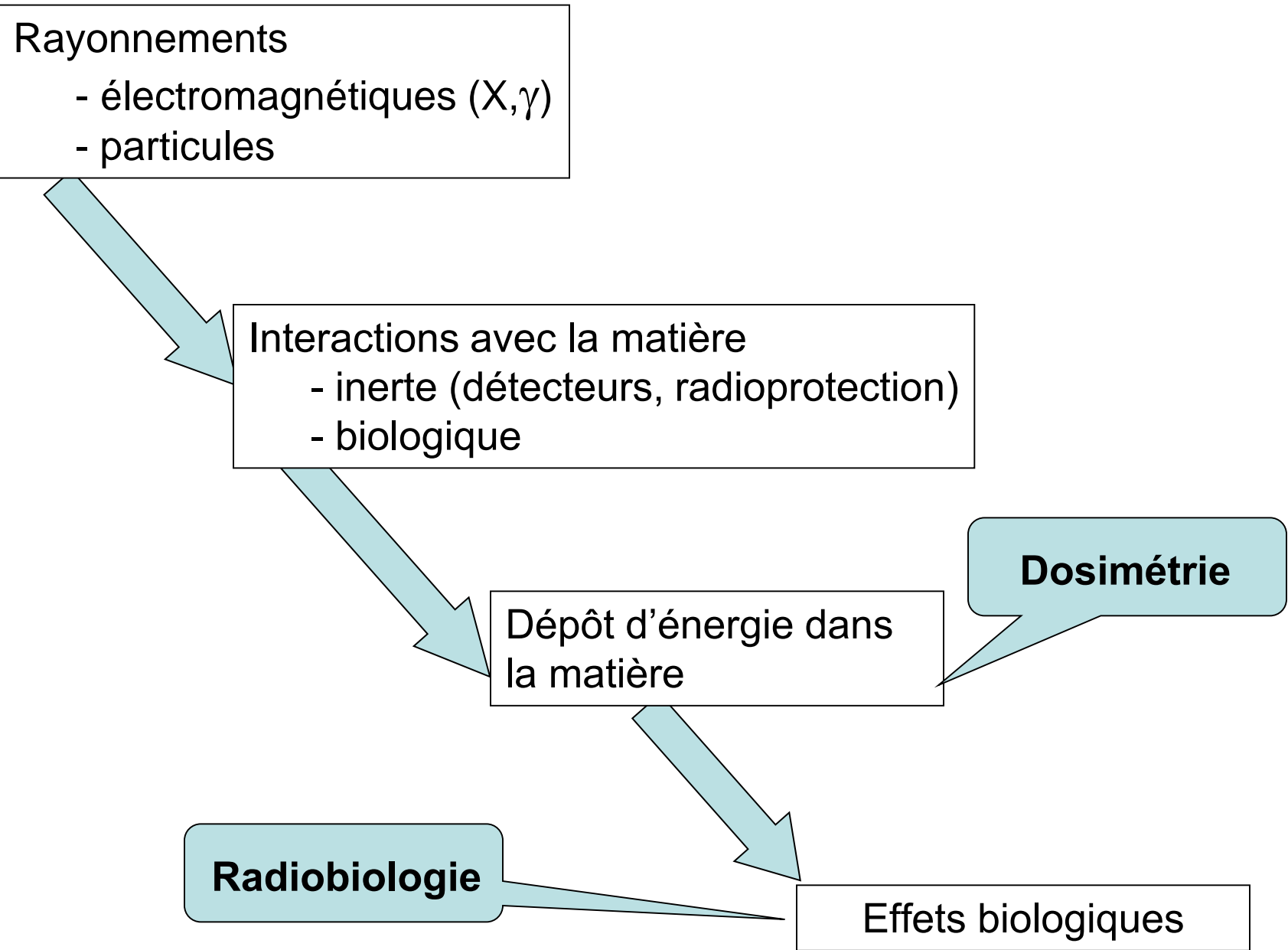


# Objectifs pédagogiques

- 5 – Comprendre les notions de **dose** et de **débit de dose**
- 6 – Appréhender le calcul d'une **dose reçue** et savoir en estimer l'ordre de grandeur
- 7 – Distinguer **exposition** et **contamination**
- 8 – Etre capable **d'évaluer le risque** lié aux radiations en tenant compte de la dose reçue (risques déterministes et stochastiques)

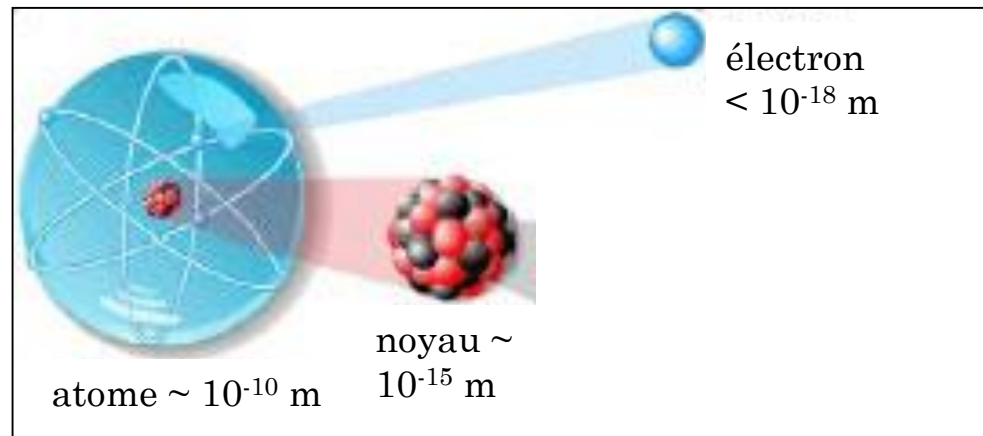
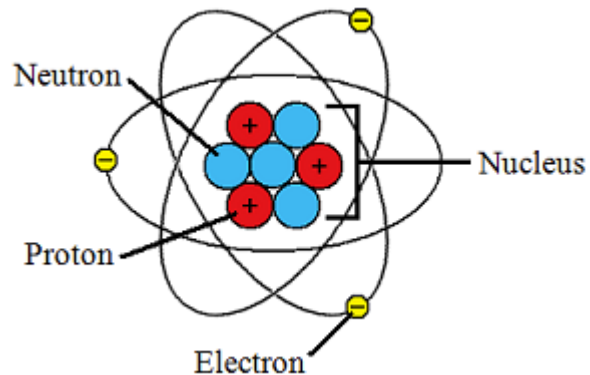
## Objectifs pédagogiques

- 9 – Connaître les **pathologies** liées aux irradiations aiguës et chroniques
- 10 – Connaître les principes de **l'utilisation thérapeutique** des rayonnements
- 11 – Savoir expliquer les notions de **justification** et **d'optimisation** en matière de prescription d'un examen irradiant
- 12 – connaître les grandes règles **de radioprotection** pour le public, pour les personnels travaillant en zone contrôlée, et pour les patients



# Le monde de la physique subatomique

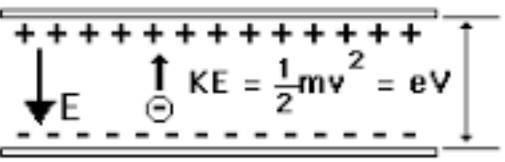
- Ordres de grandeur: distances et masses
  - L'atome est essentiellement constitué de vide
  - Le nuage électronique est présent dans tout l'atome
  - La masse est essentiellement concentrée dans le noyau
    - masse d'un  $\text{cm}^3$  d'atomes de fer : 7,874 g
    - masse d'un  $\text{cm}^3$  de noyaux de fer  $\approx 2,1 \times 10^{14}$  g soit plus de 200 Mt !





# Ordres de grandeurs: énergie

- L'unité d'énergie utilisée en biophysique est « l'électron-volt »:  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$



$E = qV = (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(1 \frac{\text{J}}{\text{C}})$

$1 \text{ electron volt} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

$e = \text{electron charge} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$   
 $V = \text{voltage}$

- Montée d'escalier  $\sim 200 \text{ W}$ .  $1 \text{ Watt}$  ( $1 \text{ J/s}$ ) – environ  $10^{21} \text{ eV/s}$ .
- $100 \text{ TeV} = 100 \times 10^{12} \text{ eV}$  = Énergie dépensée par un moustique pour s'élever de  $1 \text{ m}$ .
- $E=mc^2$ , la masse des particules peut s'exprimer comme une énergie. La masse de l'électron:  $511 \text{ keV}$ , masse du proton  $938 \text{ MeV}$ , masse du neutron  $939 \text{ MeV}$ .
- En médecine les rayonnements ionisants ont typiquement des énergies allant de quelques  $\text{keV}$  (mammographie) à plusieurs centaines de  $\text{MeV}$  (proton-thérapie).

# Messages essentiels du cours

- Nous nous intéressons à l'utilisation des rayonnements ionisants en médecine à cause de leurs effets sur la santé; et de part l'étendue de leur utilisation pour le diagnostique et la thérapie
- S'être familiarisé avec les concepts clés suivants: rayonnements ionisants, radioactivité, interactions rayonnements-matière, dosimétrie, radiobiologie, radioprotection
- Connaître les constituants du monde subatomique ainsi que les ordres de grandeur de distances, de masse et d'énergie

## Et au prochain cours ...

- La radioactivité – partie 1
  - Définition
  - Notion d'isotope
  - Radioactivité bêta moins ( $\beta^-$ )
  - Radioactivité bêta plus ( $\beta^+$ )
  - Radioactivité alpha ( $\alpha$ )
  - Fission

# Mentions légales

---

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.