



Bonjour



TP de radioactivité

- Rappels
- Radioprotection
- Applications de la radioactivité
- Expériences
- L'énergie nucléaire
- Chambre à brouillard



TP de radioactivité

- Rappels
-
-
-
-
-
-
-

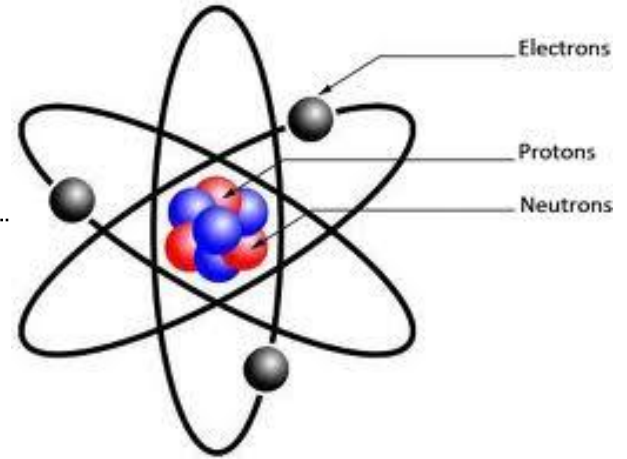


Notations

Masse atomique $\rightarrow A$

Numéro atomique $\rightarrow Z$

X



Z protons (A – Z) neutrons

Dimension de l'atome : 1 Å = 10⁻¹⁰ m

Dimension du noyau : 1 fm = 10⁻¹⁵ m

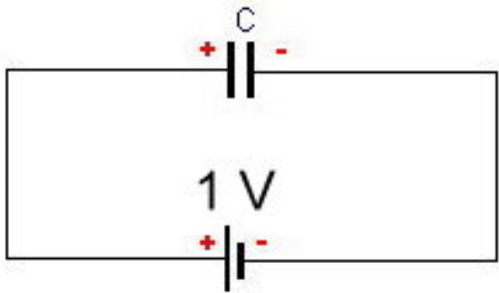
Atome = terrain de football ↔ Noyau = tête d'épingle

Isotopes : ${}_{92}^{235}U$ et ${}_{92}^{238}U$



3 types de rayonnement

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

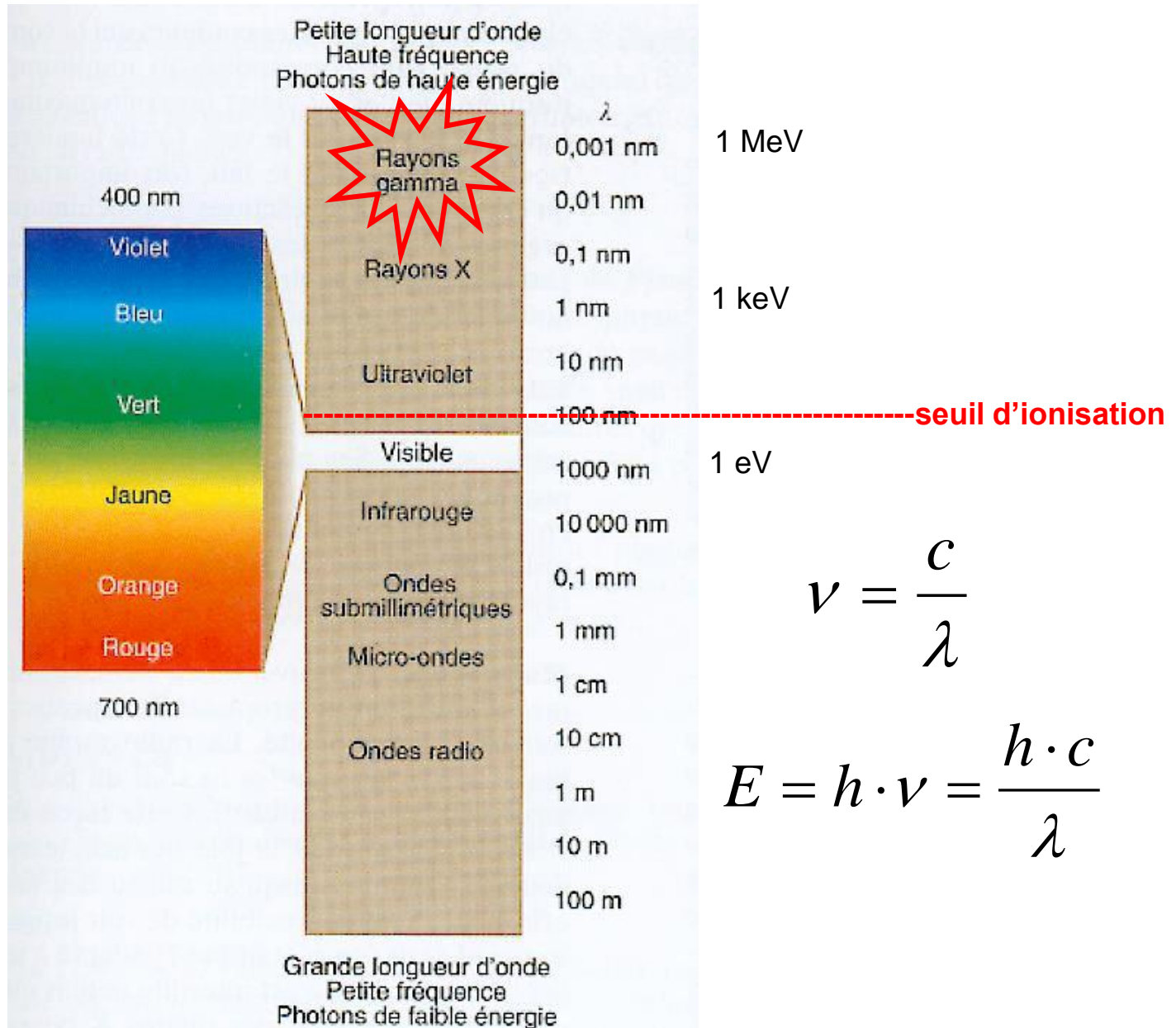


| | Type | Masse | Charge | Interaction | Energie |
|--|----------|-------|--------|-------------|---------|
| <p>noyau d'hélium₄</p> <p>émission α</p> | α | 7 345 | +2 | très forte | 5 MeV |
| <p>e^- électron</p> <p>émission β^-</p> | β | 1 | -1 | moyenne | 0,5 MeV |
| <p>α ou β</p> <p>Photon γ</p> <p>émission α ou β</p> <p>émission γ</p> | γ | 0 | 0 | très faible | 1 MeV |

Énergies chimiques 10 eV



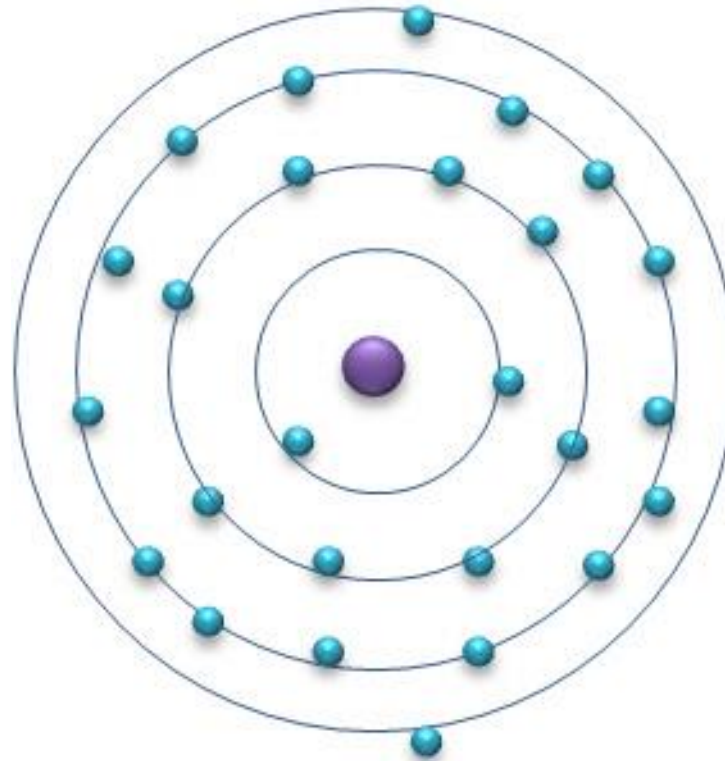
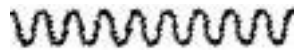
Échelle des ondes électromagnétiques





Fluorescence

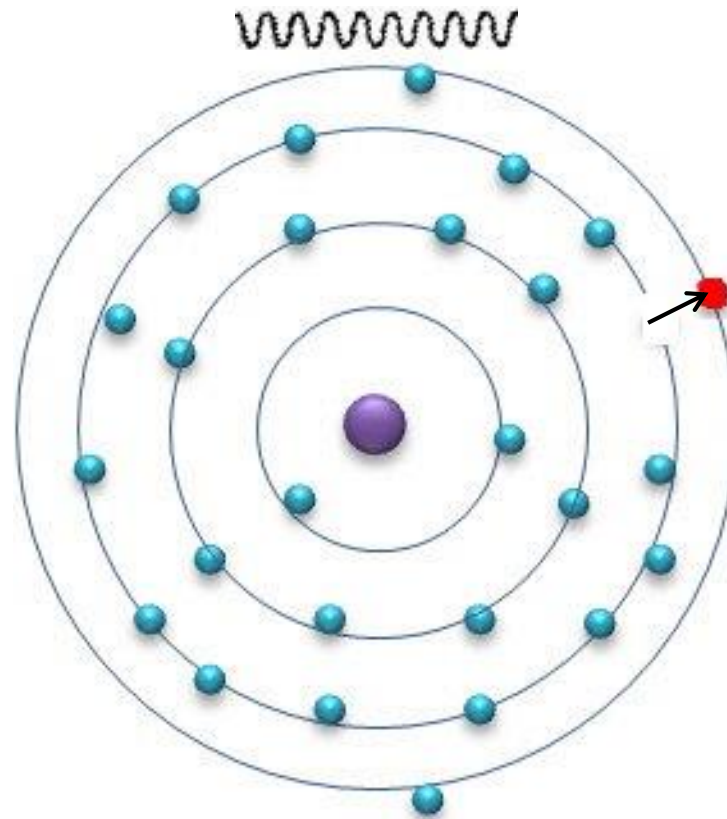
Particule incidente





Fluorescence

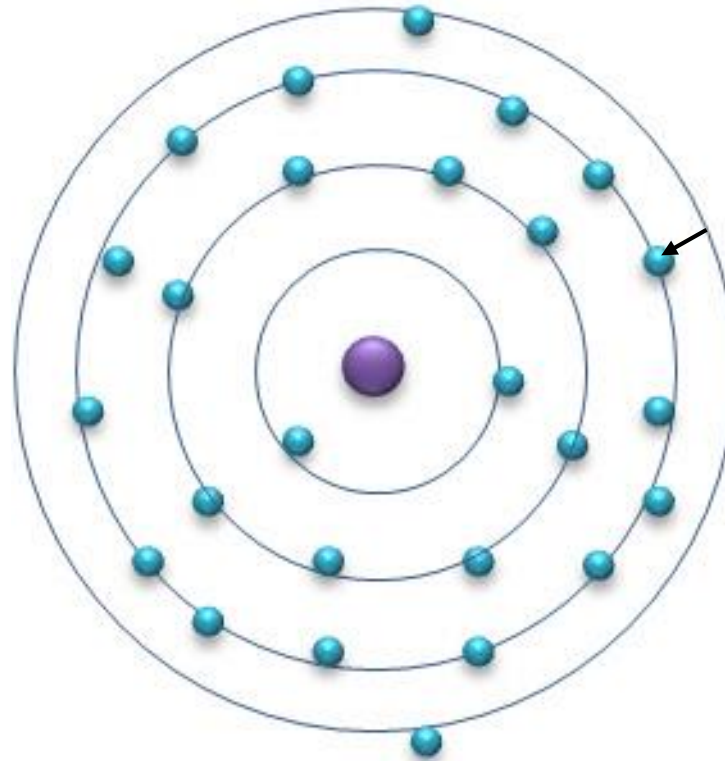
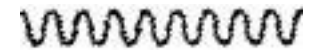
Excitation de l'électron





Fluorescence

Désexcitation de l'électron



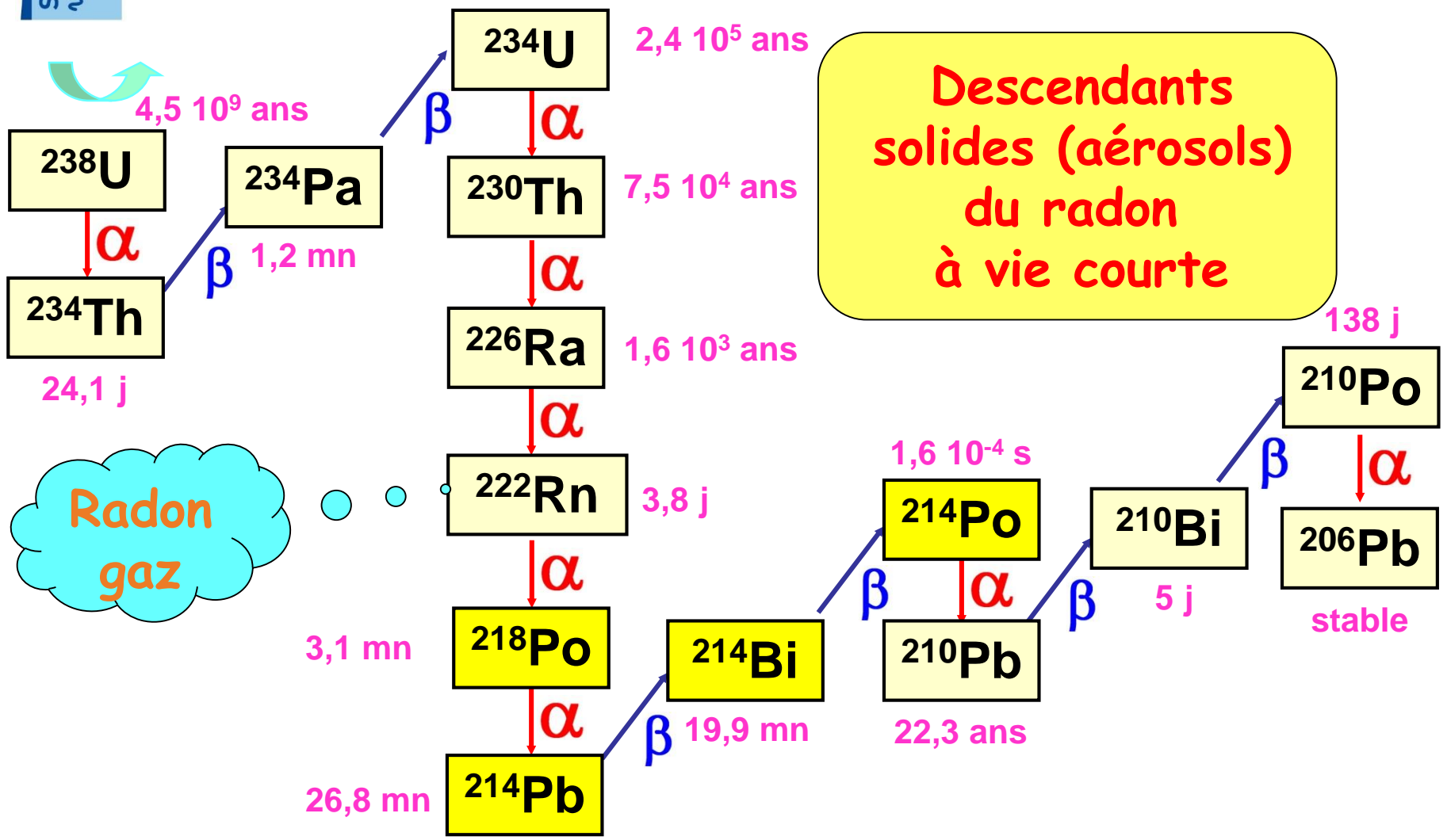
Photon visible



— *Le Soleil a plus de quatre milliards d'années : il a déjà vécu la moitié de sa vie.
Aussi dès aujourd'hui planifions le futur avec des hommes responsables, prêts à s'attaquer
à ce problème urgent...*

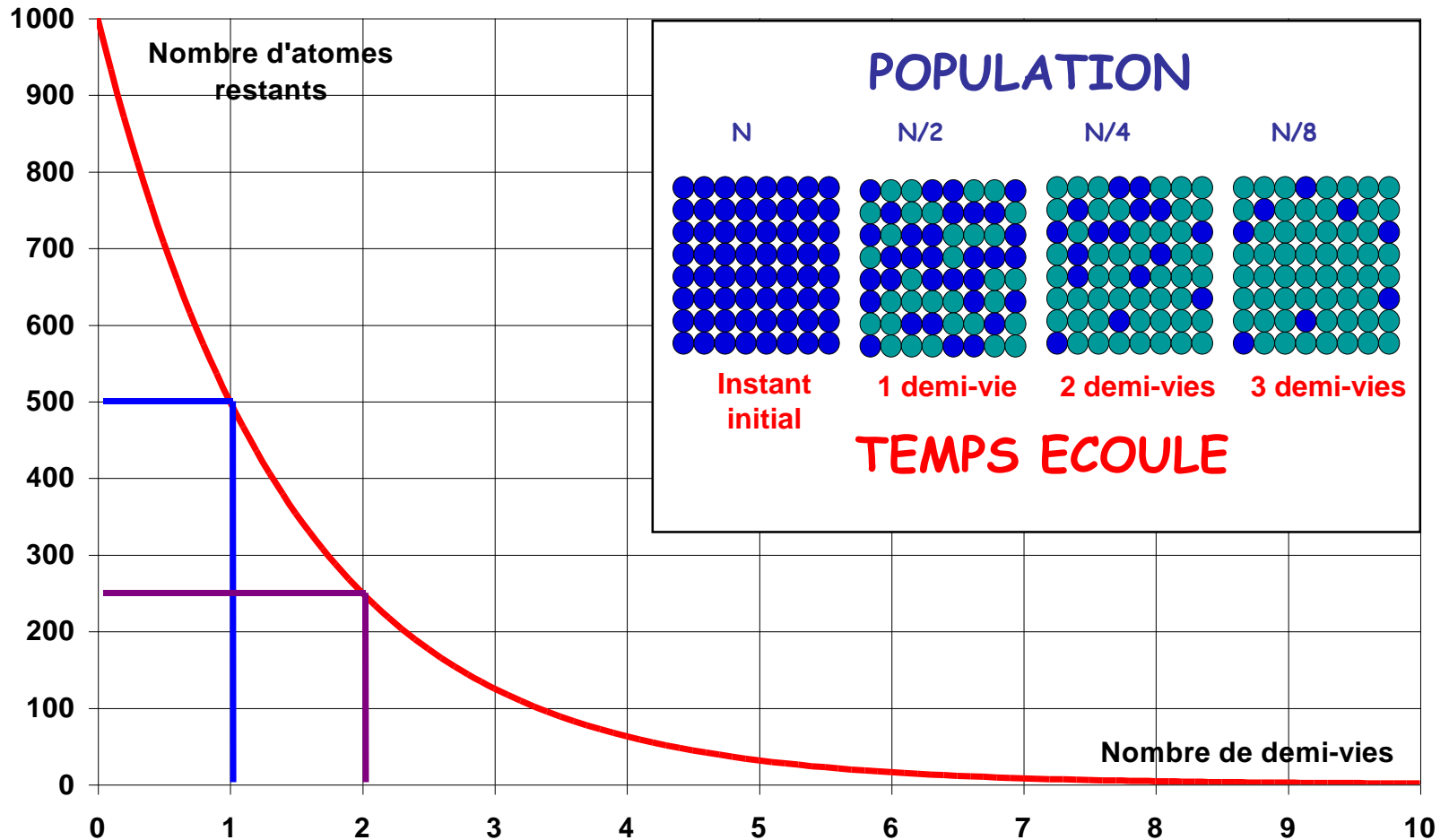


Filiation de l'uranium 238



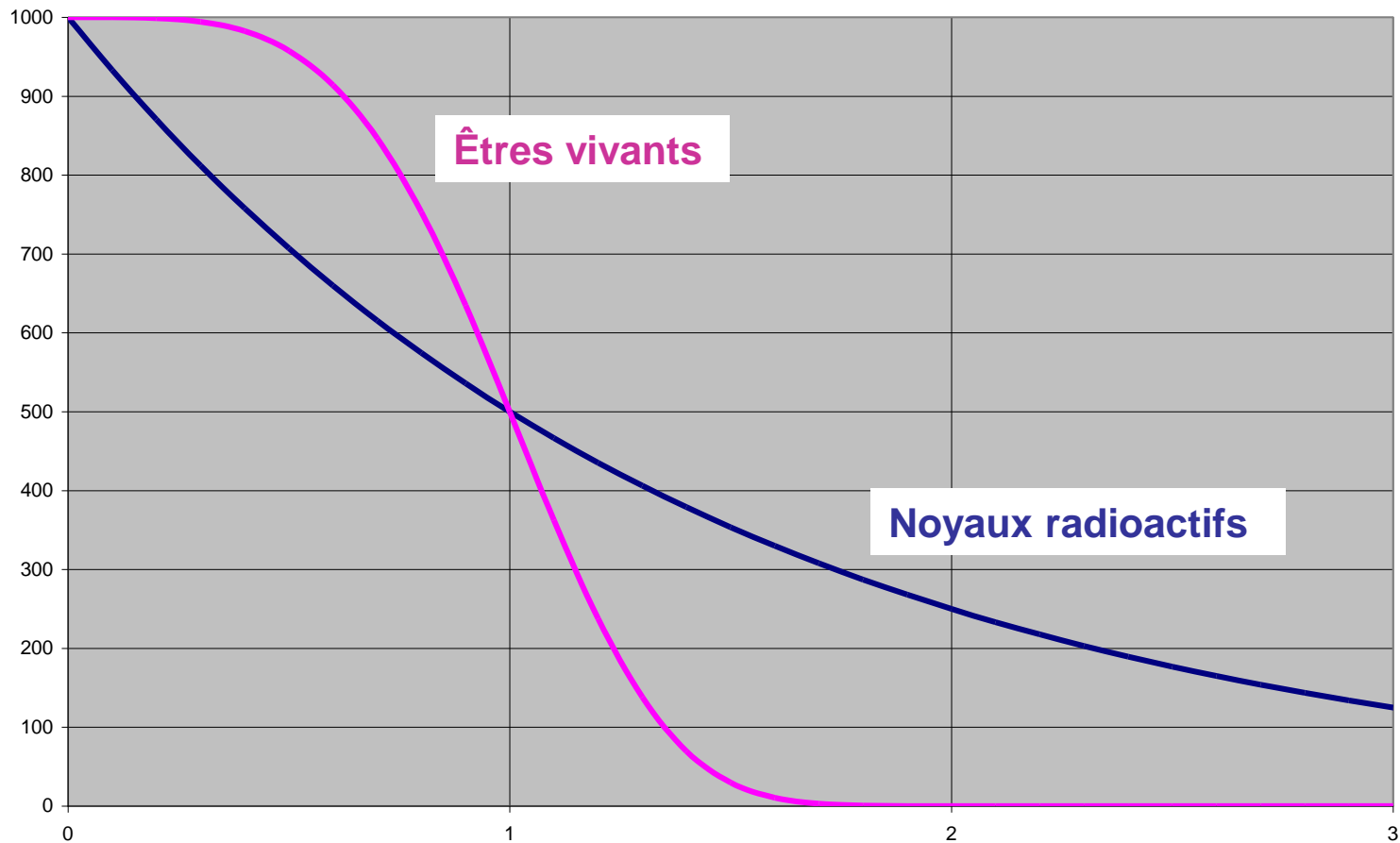


Décroissance radioactive





Courbes de survie



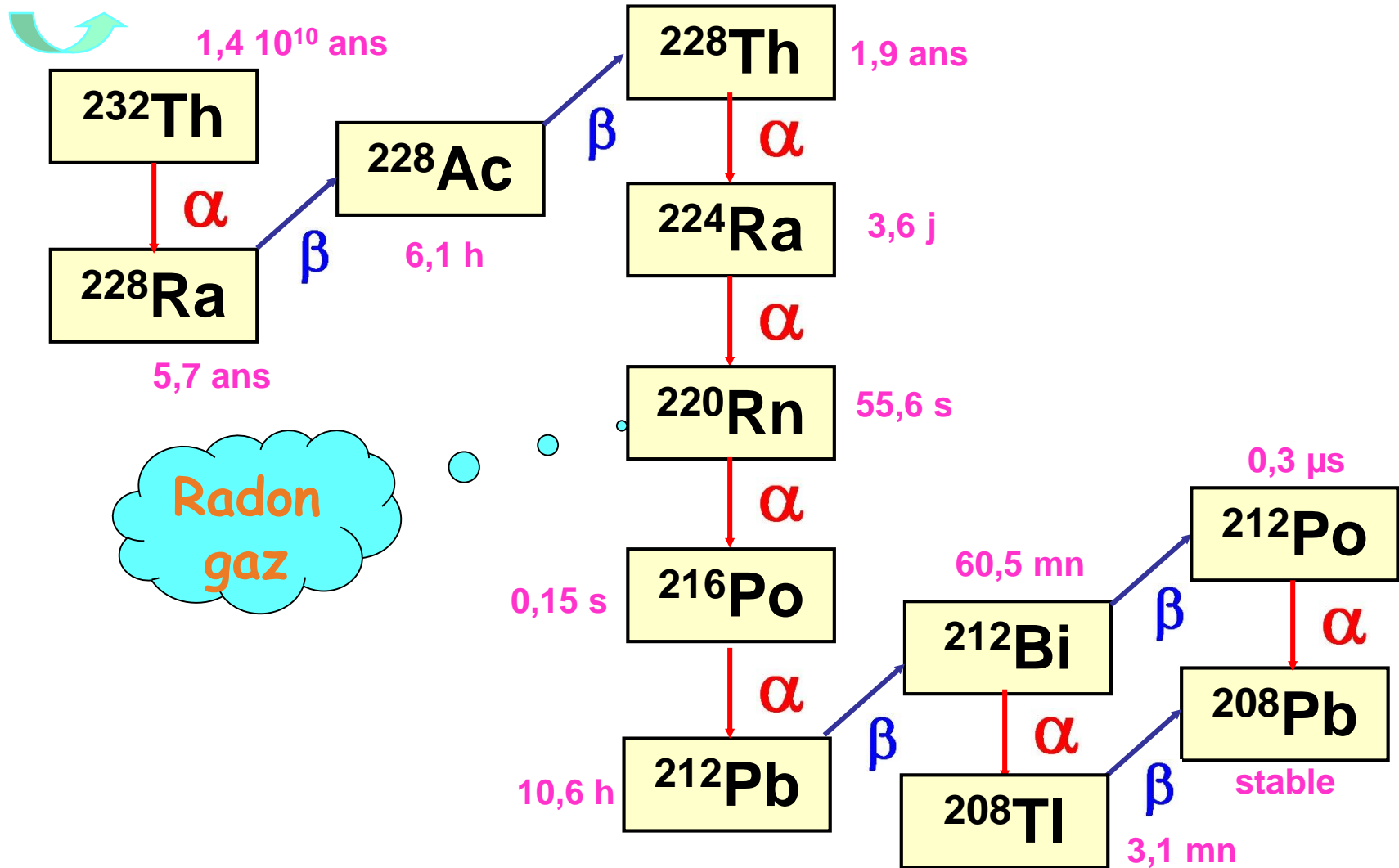


Quelques demi-vies

| Noyau | Demi-vie |
|-------------------|-------------------------|
| ^{87}Rb | 48,8 milliards d'années |
| ^{232}Th | 14 milliards d'années |
| ^{238}U | 4,5 milliards d'années |
| ^{40}K | 1,25 milliards d'années |
| ^{235}U | 704 millions d'année |
| ^{239}Pu | 24.000 ans |
| ^{14}C | 5.730 ans |
| ^{226}Ra | 1.600 ans |
| ^{137}Cs | 30 ans |
| ^{60}Co | 5 ans |
| ^{131}I | 8 jours |
| ^{222}Rn | 3,8 jours |
| ^{220}Rn | 1 minute |
| ^{216}Po | 0,16 seconde |
| ^{212}Po | 0,3 microseconde |



Filiation du thorium 232





CALEN

Pour mesurer la demi-vie du radon 220




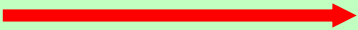

TP de radioactivité



-
- Radioprotection
-
-
-
-
-



Les unités en radioactivité

1. Activité (Bq) 
2. Dose (Gy) 
3. Dose équivalente (Sv) 

- Fréquence d'objets lancés
- Énergie déposée par les objets reçus
- Dommages potentiels causés par les objets reçus



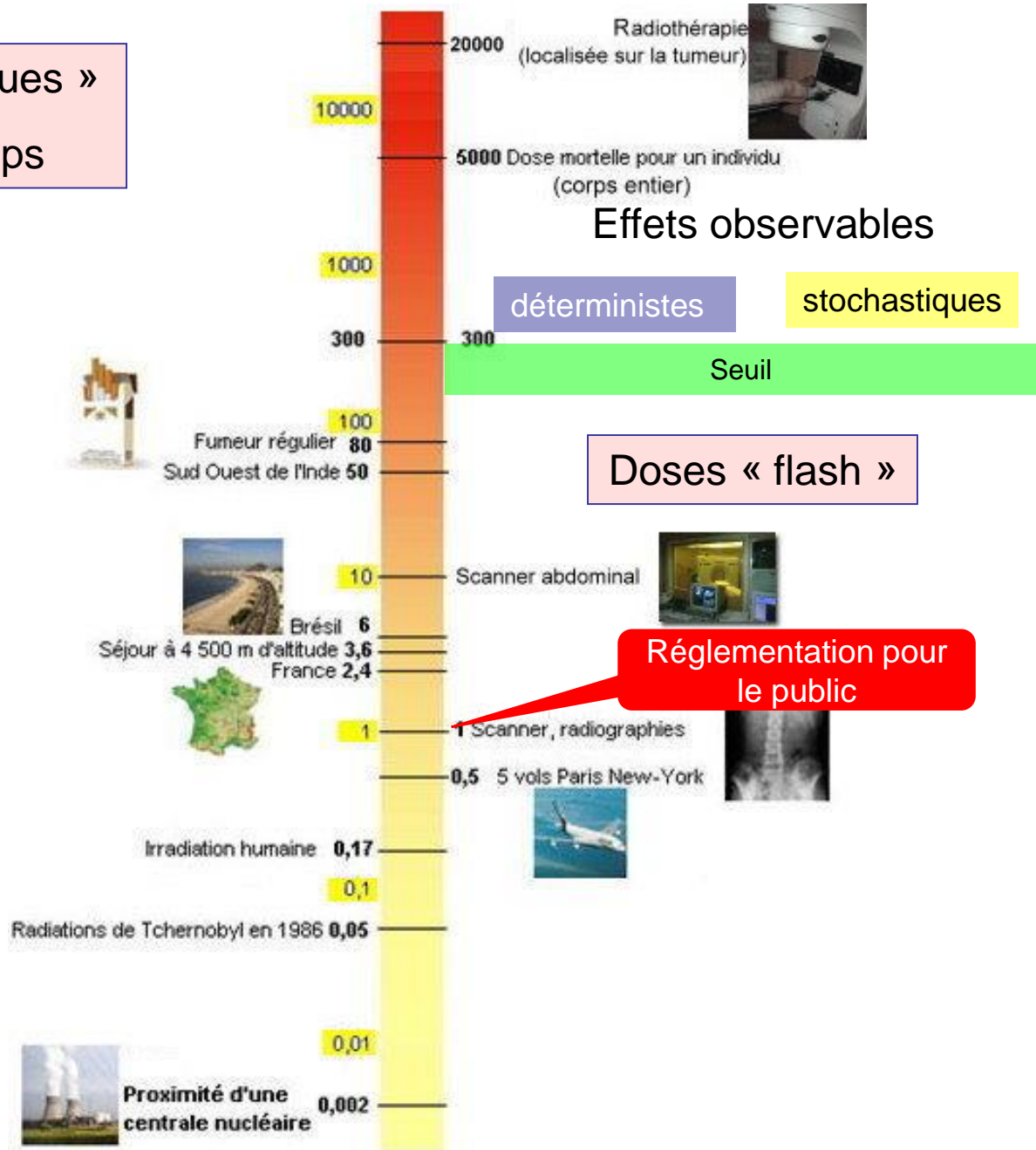


Doses « continues »
au fil du temps

Vie dans l'espace

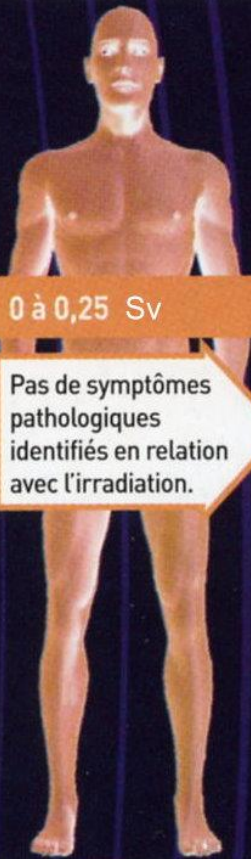


Échelle de dose (mSv)



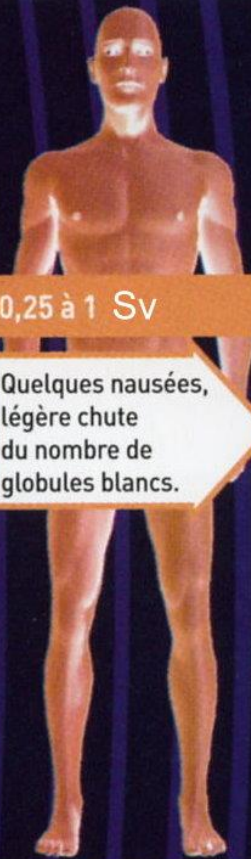
Effets déterministes

Effets liés à une irradiation homogène



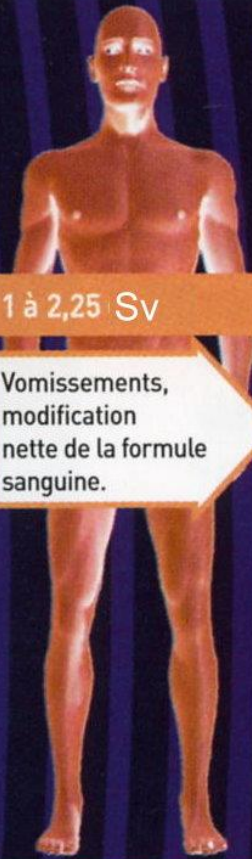
0 à 0,25 Sv

Pas de symptômes pathologiques identifiés en relation avec l'irradiation.



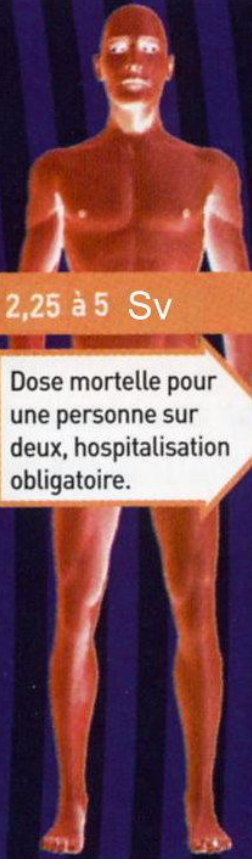
0,25 à 1 Sv

Quelques nausées, légère chute du nombre de globules blancs.



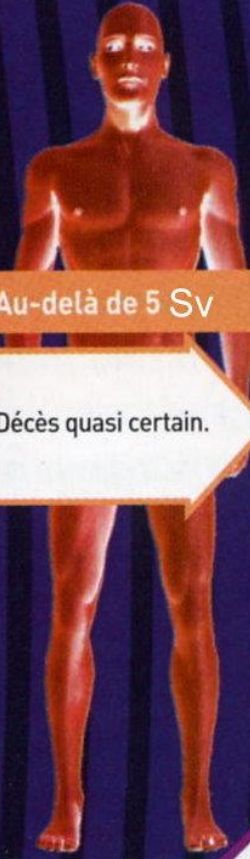
1 à 2,25 Sv

Vomissements, modification nette de la formule sanguine.



2,25 à 5 Sv

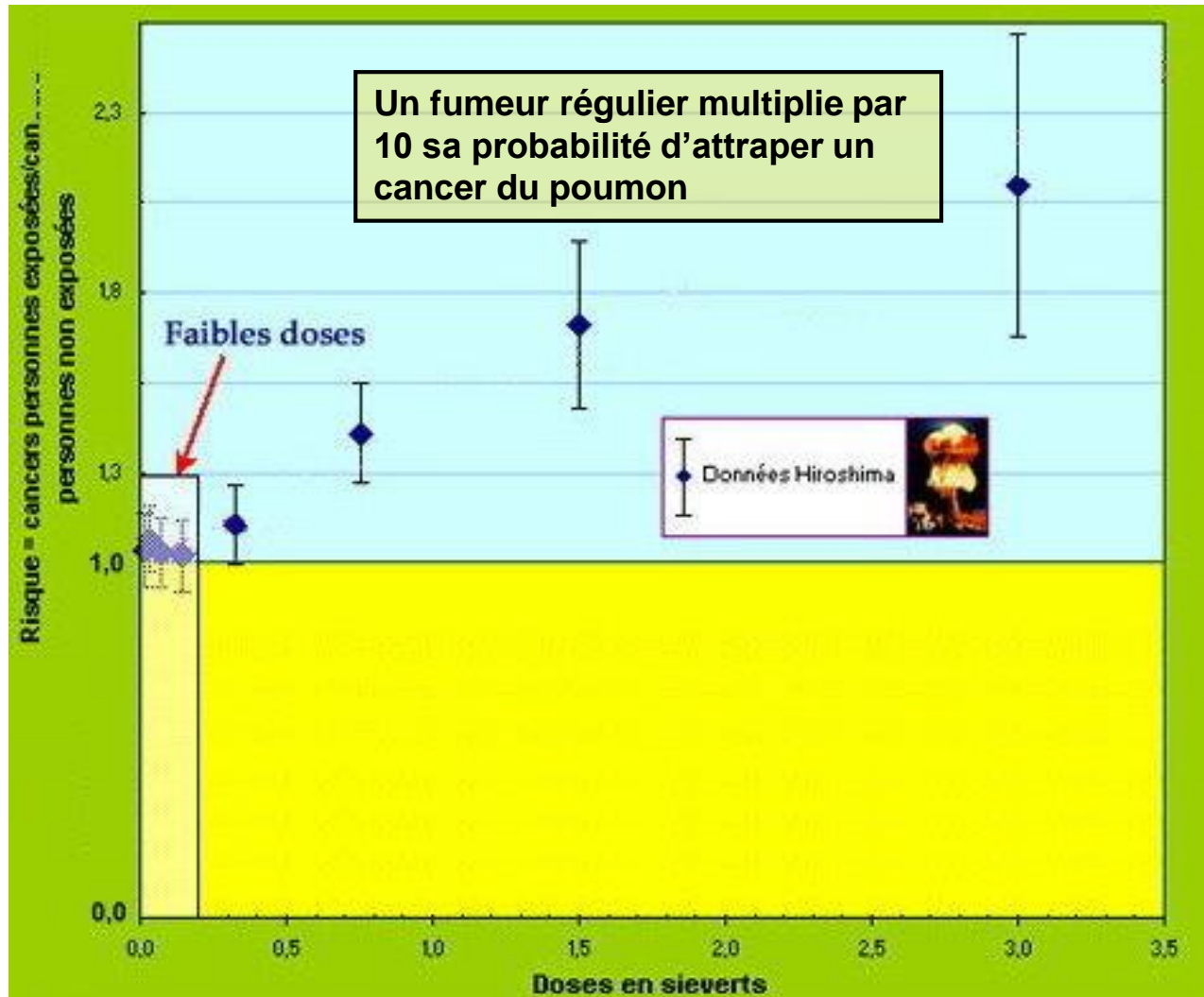
Dose mortelle pour une personne sur deux, hospitalisation obligatoire.



Au-delà de 5 Sv

Décès quasi certain.

Effets stochastiques





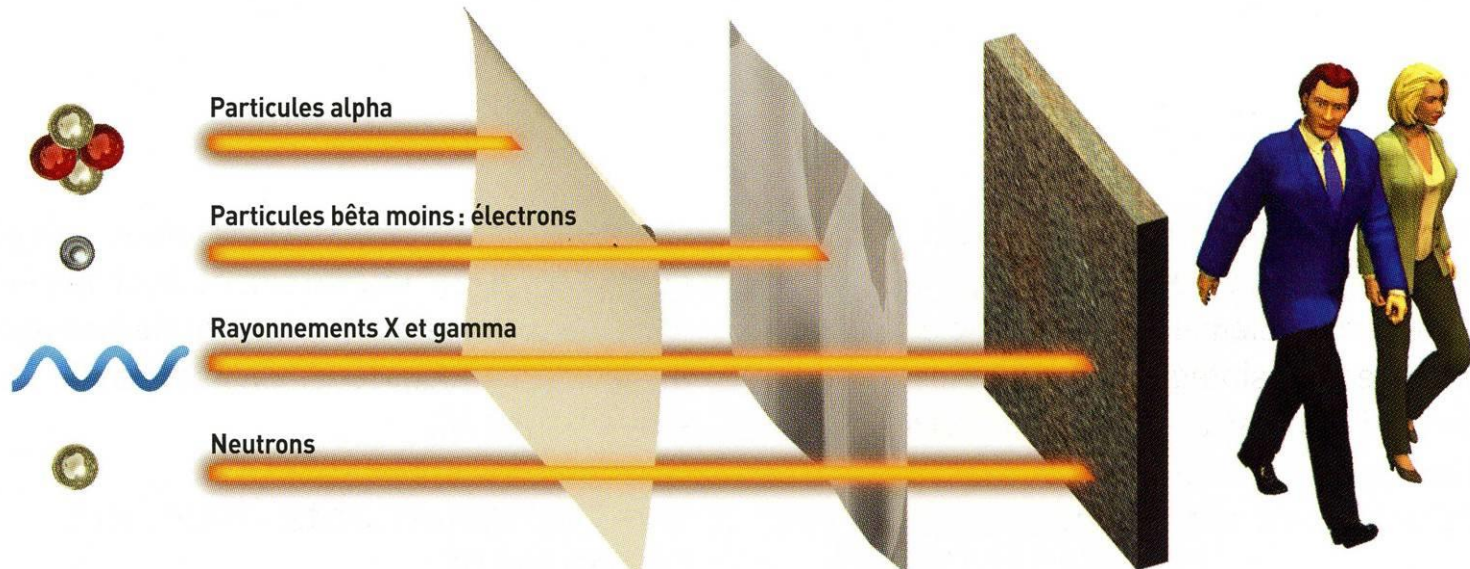
Décroissance du ^{220}Rn

- Exploitation des résultats du CALEN



Atténuation des rayonnements par la matière

- Les rayonnements sont absorbés par la matière
 - **Rayonnement alpha** : arrêté par une simple feuille de papier, quelques cm d'air
 - **Rayonnement bêta** : arrêté par quelques mm de métal, 1 vitre, **1 cm d'eau**, quelques mètres d'air
 - **Rayonnement gamma** : arrêté par quelques dm de plomb, 1 mètre de béton, des mètres d'eau, des centaines de m d'air



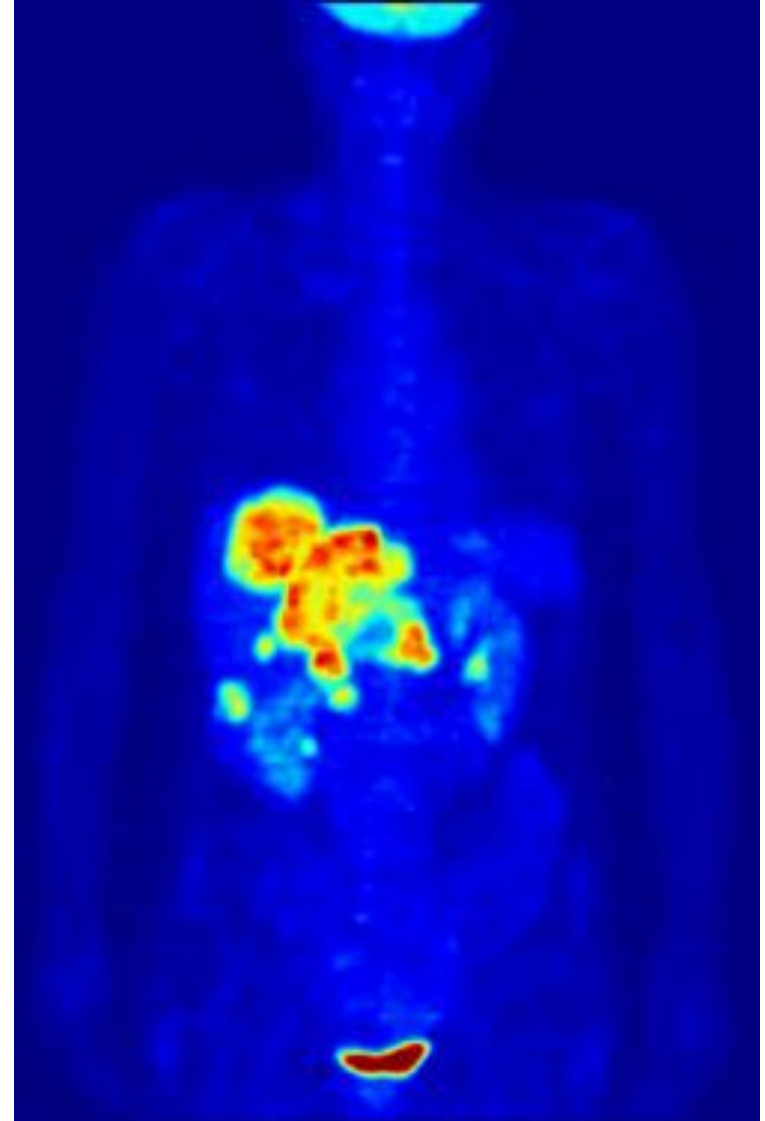


Applications de la radioactivité

- **Médicales**
 - Diagnostic
 - Thérapeutiques
- **Scientifiques**
 - Datation
 - imagerie
- **Industrielles**
 - Radiographie γ
 - Stérilisation de matériels, d'aliments
- **Réglementaires**
 - Scanner des douanes
- **Artistiques**
 - ARC nucléaire
 - Radiographie de statues



Imagerie par TEP





Radiothérapie





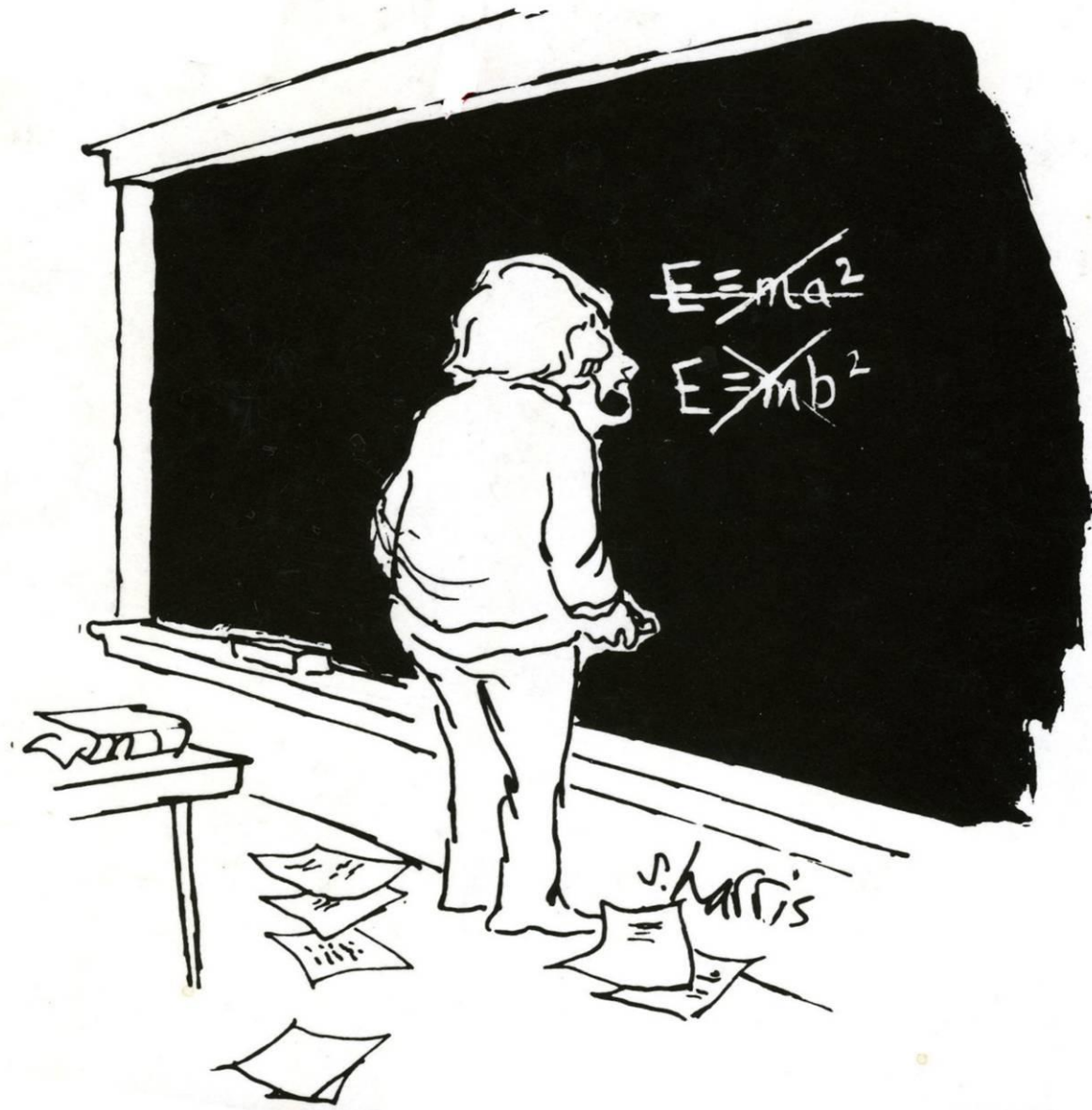
TP de radioactivité

-
-
-
- Expériences
-
-
-



TP de radioactivité

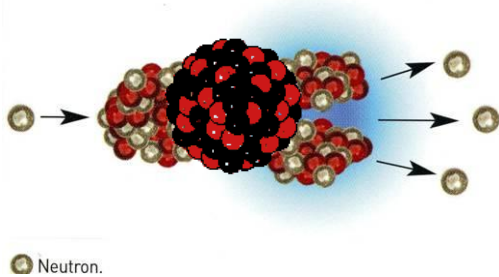
-
-
-
-
- L'énergie nucléaire
-
-



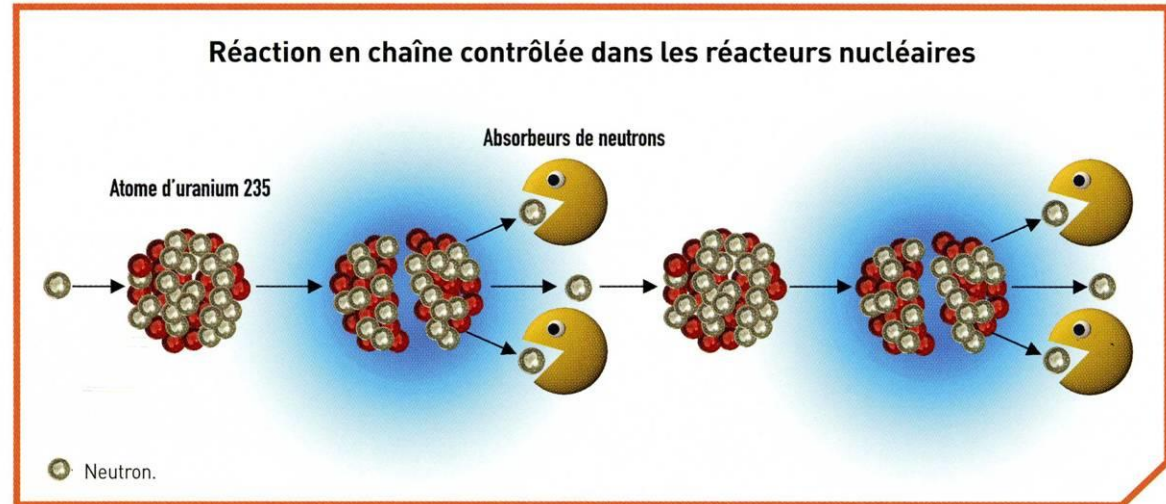
Réaction en chaîne

Basée sur la fission du noyau

Exemple de réaction de fission



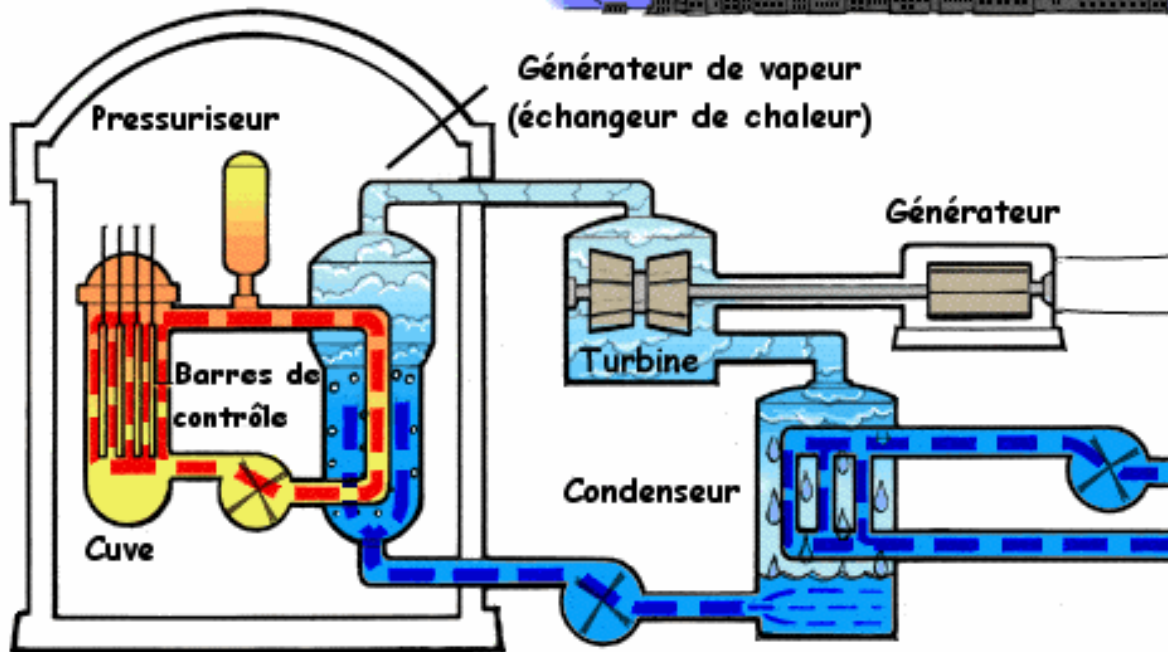
Réaction en chaîne contrôlée dans les réacteurs nucléaires



- **Pour constituer un réacteur nucléaire il faut :**
 - Des atomes fissiles (par exemple ^{235}U ou ^{239}Pu)
 - Un modérateur (ralentissement des neutrons)
 - Un absorbeur de neutrons (contrôle de la réaction)
 - Un fluide caloporteur (évacuation de l'énergie)

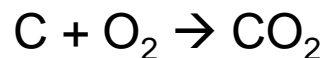
Le nucléaire aujourd'hui : REP

Réacteur nucléaire
(enceinte de sécurité)



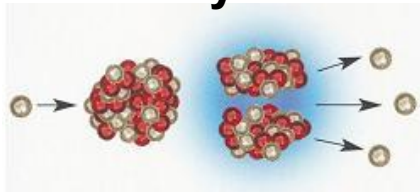
Ordres de grandeur

Combustion d'un atome de carbone



$$\Delta E = - 4,08 \text{ eV}$$

Fission d'un noyau de ^{235}U



$$\Delta E = - 190 \text{ MeV}$$

1 tranche nucléaire



27 t par an

1 camion par an

1 centrale à charbon de même puissance



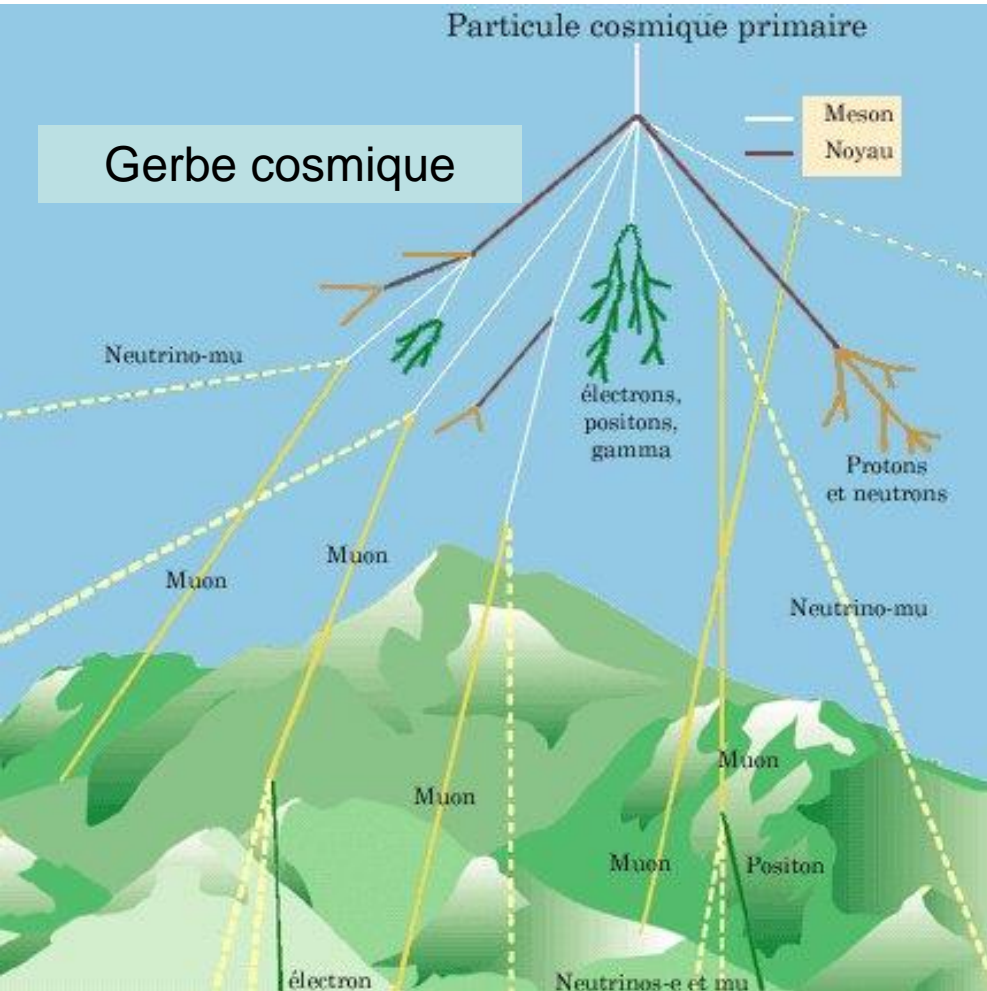
2.000.000 t de charbon par an
40.000 wagons de 50 t par an

Deux trains de 50 wagons par jour !



Le rayonnement cosmique

Des gerbes provoquées par les particules primaires
(protons 83% - alpha 13% - électrons 3%...)

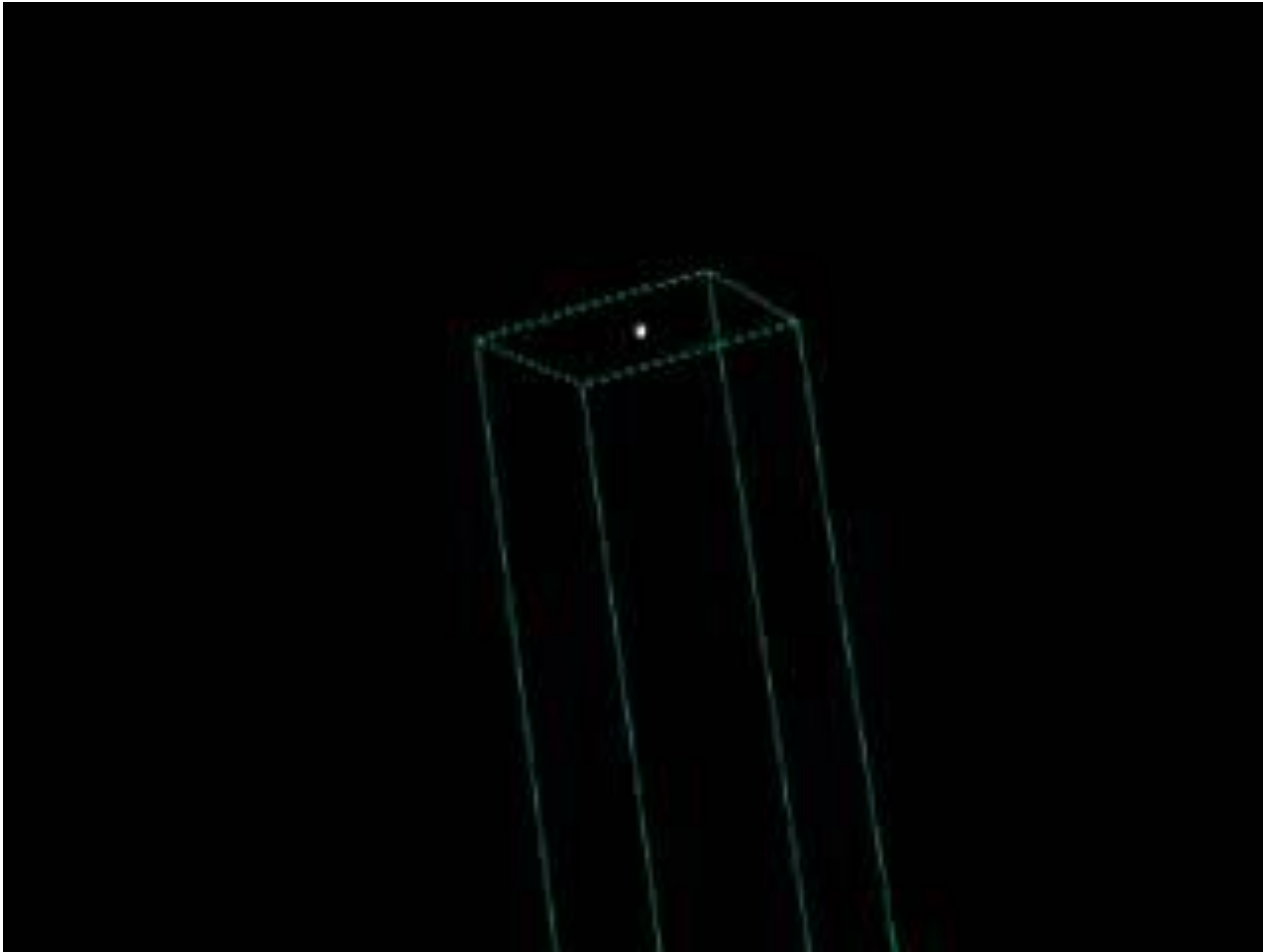


Aurore boréale



Le rayonnement cosmique

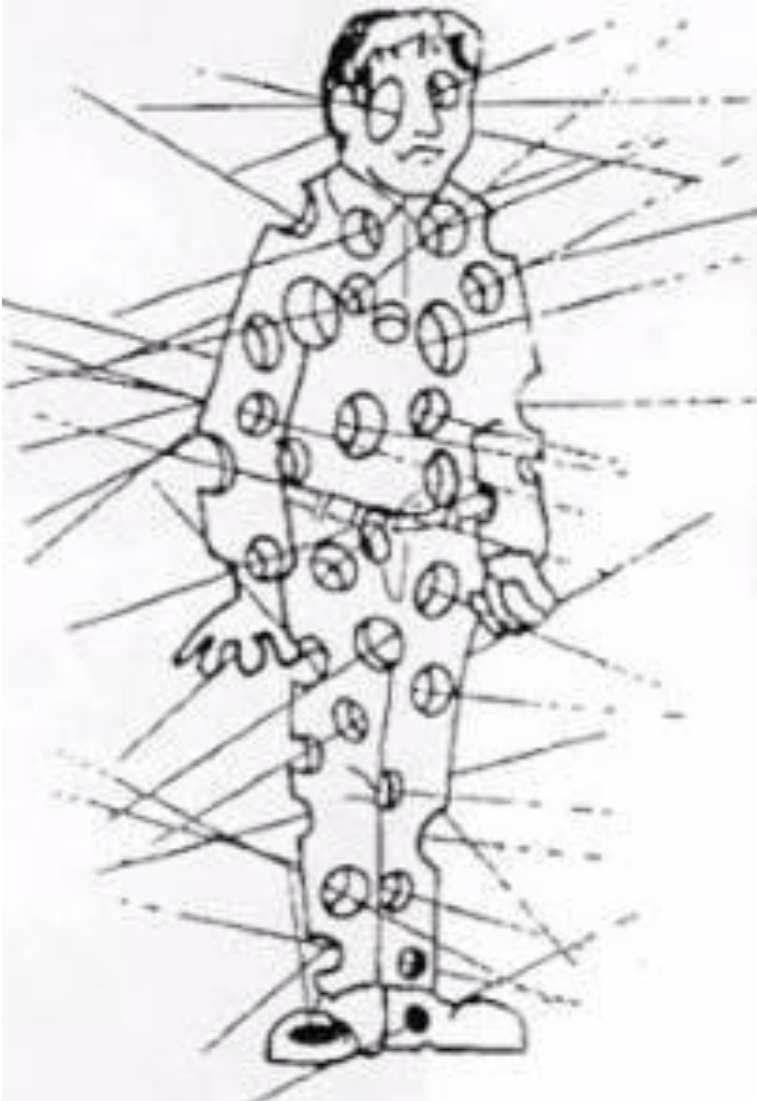
exemple de proton de 1 TeV sur Chicago





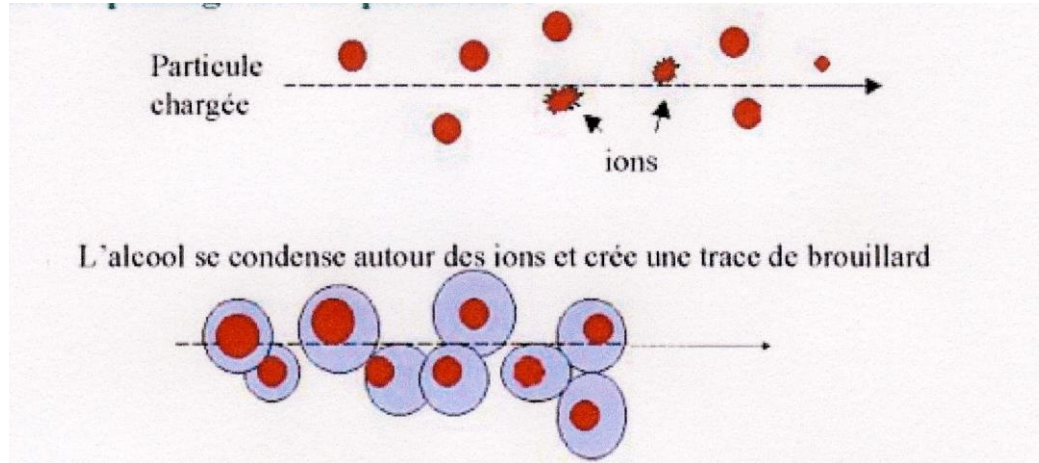
Le rayonnement cosmique

Au sol : 240 particules par m^2 et par seconde

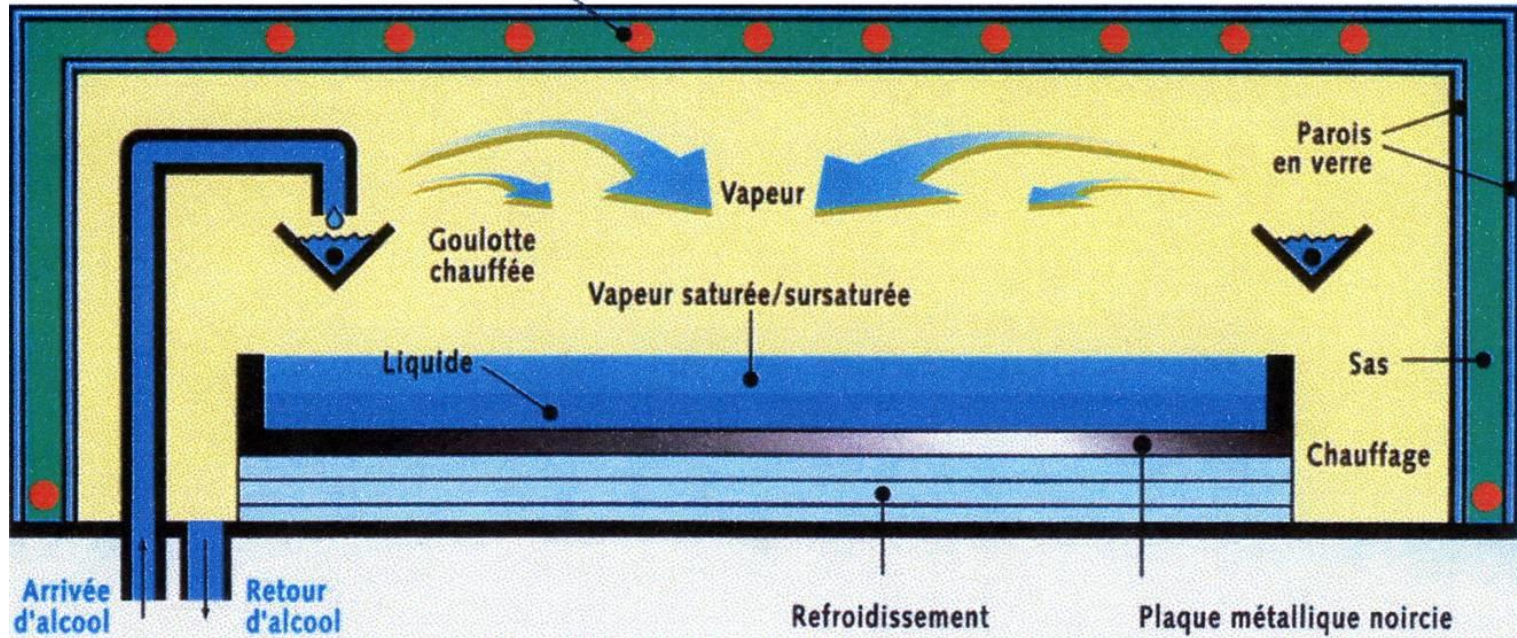


Muons
neutrons
électrons
protons
gammas

Chambre à brouillard



1 - 4 kV chauffage et aspiration des ions



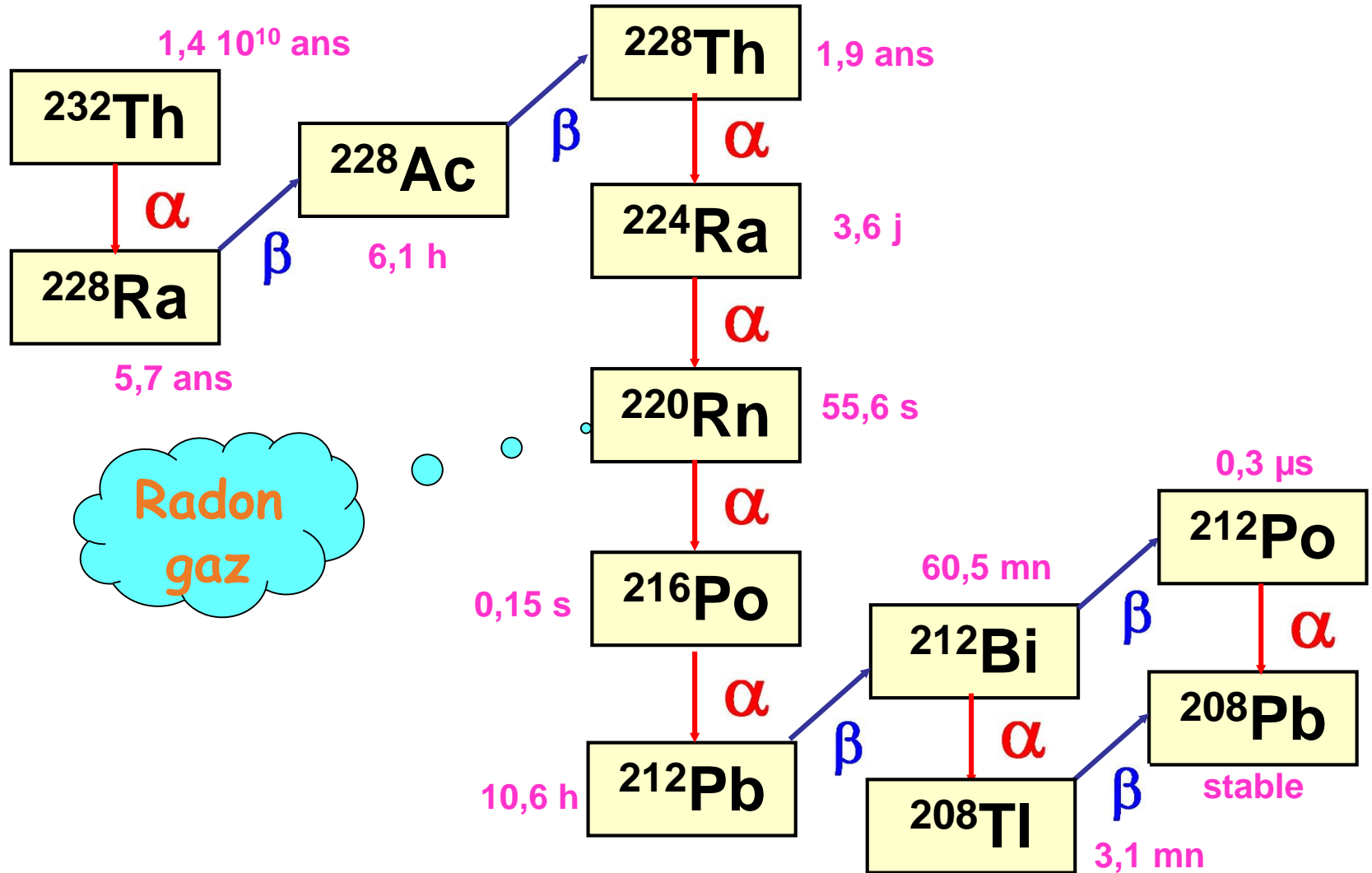


Chambre à brouillard

Expériences autour de la chambre



Filiation du thorium 232





Merci de votre attention