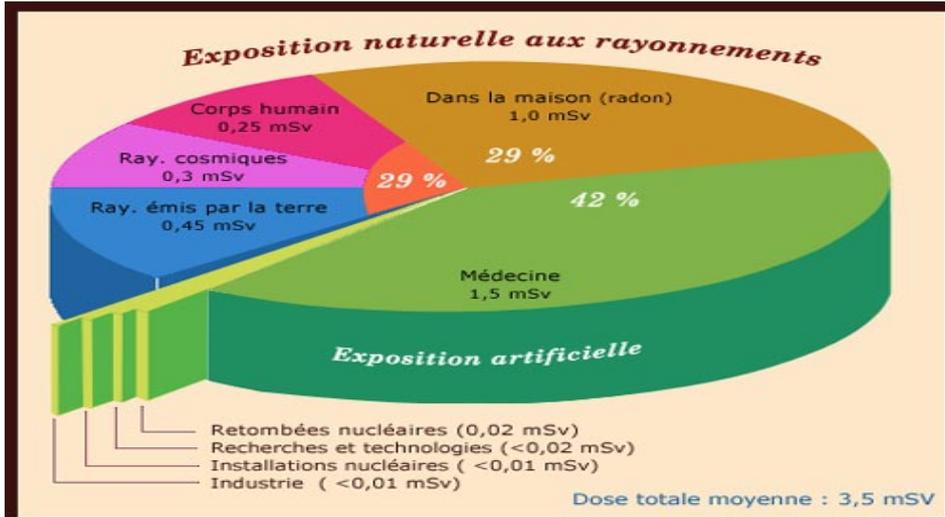


Activité : Introduction à la Radioactivité

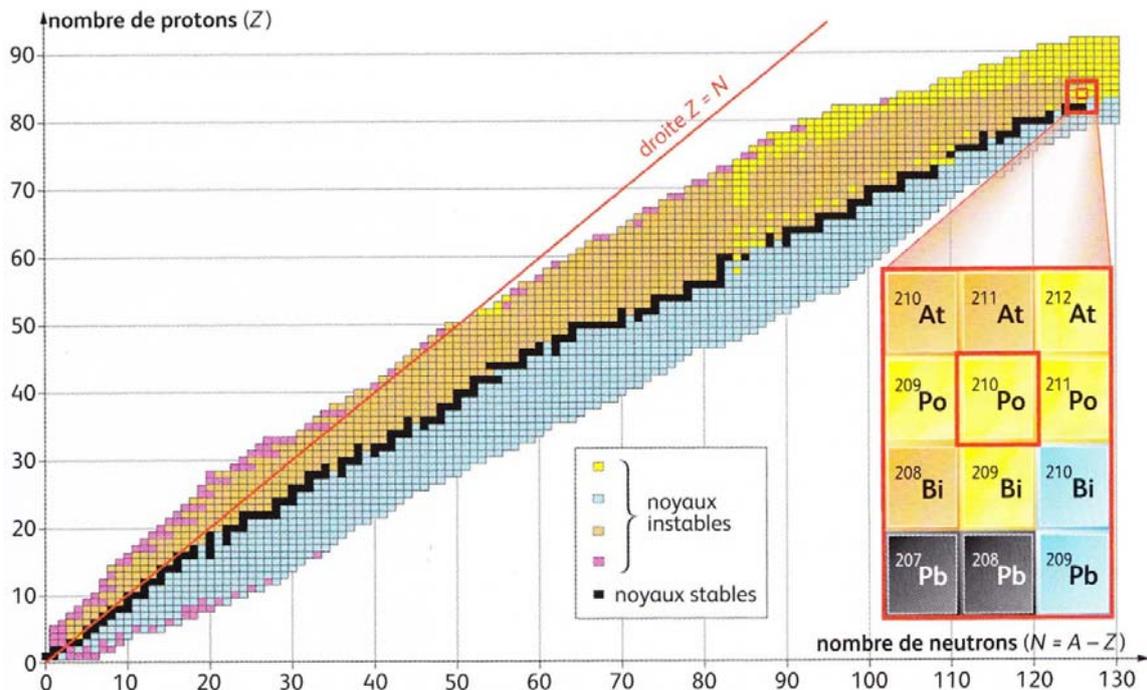
Document 1 : évaluation en France des sources d'exposition aux rayonnements.



<http://www.laradioactivite.com>

Le Sievert (Sv) est utilisé pour exprimer les effets biologiques des rayonnements ionisants sur la matière vivante.

Document 2 : partie du diagramme de Segré (physicien italo-américain mort en 1989).

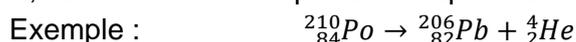


Document 3 : les différents types de radioactivité

Source : l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) - <http://www.andra.fr/index.html>

Les noyaux situés en dehors de la vallée de stabilité du diagramme de Segré sont instables : ils sont dits radioactifs. Ils se transforment en d'autres noyaux par une ou plusieurs désintégration(s) spontanée(s). Au cours de ce processus se produit aussi une émission de particules ou de rayonnement. A part les 4 grands types de radioactivité décrits ci-dessous, il existe une radioactivité par émission de protons ou de neutrons.

- **la radioactivité α** : c'est le mode de désintégration de certains noyaux atomiques qui possèdent trop de nucléons pour être stables. Il y a émission d'un noyau d'hélium (constitué de 2 protons et de 2 neutrons) appelé aussi "particule alpha". La portée dans l'air de ces particules est de quelques centimètres, elles sont arrêtées par une simple feuille de papier.



- **la radioactivité β^-** : un noyau qui contient trop de neutrons par rapport aux protons est instable et subit cette désintégration au cours de laquelle il y a émission d'un électron. Il suffit d'une feuille d'aluminium ou d'une vitre en verre ordinaire pour interrompre le parcours des électrons.



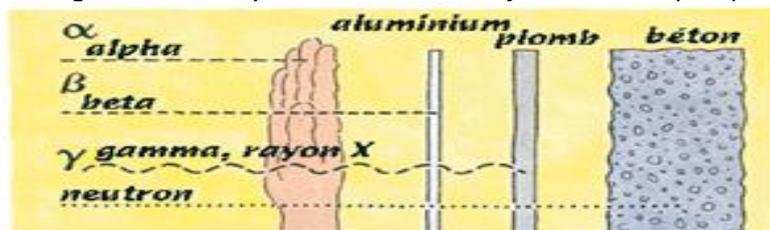
- **la radioactivité β^+** : elle a lieu si le noyau contient trop de protons par rapport aux neutrons. Il y a émission d'un positron (anti-particule de l'électron).



- **la radioactivité γ** : le noyau père est dans un état d'énergie excité et revient à son état fondamental par émission de photons γ , de même nature que la lumière visible ou les rayons X, mais beaucoup plus énergétique et donc plus pénétrant. Plusieurs centimètres de plomb ou plusieurs décimètres de béton sont nécessaires pour arrêter ces rayons γ .

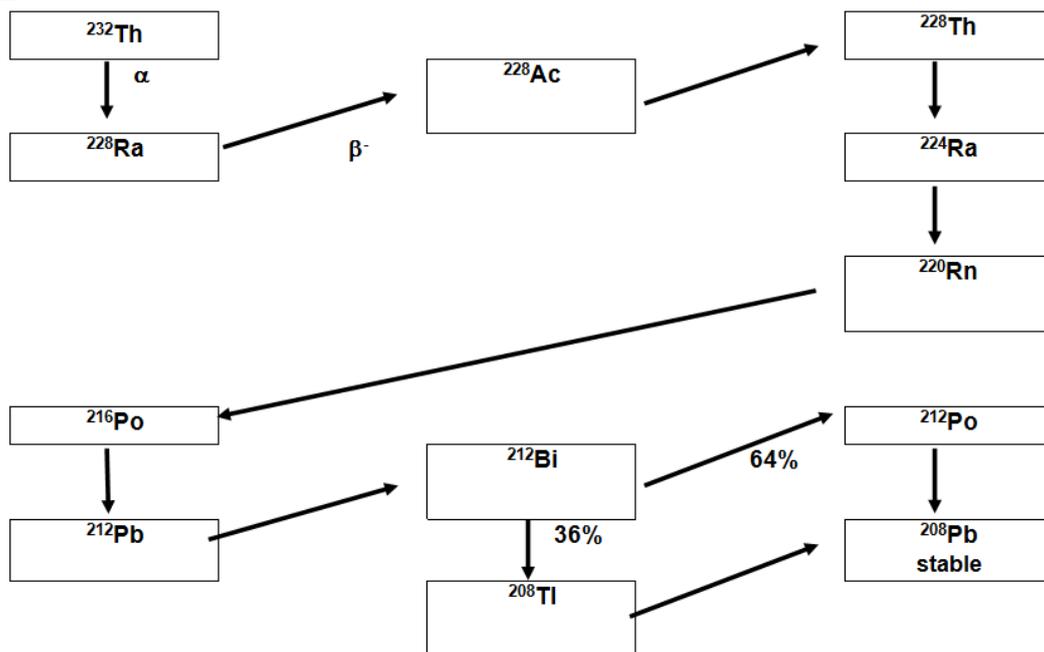


Rques: 1. Dans l'industrie nucléaire, le compteur Geiger est utilisé pour détecter les rayonnements β et γ .



2. pouvoir de pénétration des rayonnements

Document 4 : chaîne de désintégrations naturelle du thorium 232



Document 5 : activité radioactive

Source : l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) - <http://www.andra.fr/index.html>

Maison en granite :	4 milliards de becquerels ($4 \cdot 10^9$ Bq)	Béton :	500 Bq/kg
Homme :	130 Bq/kg (environ 10 000 Bq pour un adulte)	Artichaut :	300 Bq/kg
Eau de pluie :	0,5 Bq/kg	Pomme de terre :	150 Bq/kg
Eau de mer :	13 Bq/kg	Lait :	80 Bq/kg
Scintigraphie thyroïdienne	0,037 GBq	Scintigraphie myocardique :	0,074 GBq
Scintigraphie osseuse :	0,55 GBq	Combustible utilisé en sortie de réacteur :	10^9 de GBq

- Le Becquerel (Bq) est l'unité de mesure de la radioactivité d'un corps. Elle caractérise le nombre de désintégrations spontanées de noyaux d'atomes instables qui s'y produit par seconde.

Travail : répondre aux questions

Sources d'exposition (doc 1)

Q1. Quelles informations importantes peut-on tirer du document 1 ?

Stabilité des noyaux (doc 2)

Les noyaux connus (environ 2000) sont classés dans ce diagramme. Chaque case correspond à un noyau.

Un noyau est noté A_ZX où :

- X est le symbole de l'élément ;
- A le nombre de nucléons (=protons+neutrons). A est aussi appelé le nombre de masse ;
- Z le nombre de protons (appelé aussi numéro atomique).

Exemples :

Noyaux	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{13}_6\text{C}$	${}^{14}_6\text{C}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{17}_8\text{O}$	${}^{18}_8\text{O}$
nombre de protons Z						
nombre de neutrons N						
abondance isotopique naturelle	98,9 %	1,1 %	10^{-10} %	99,8 %	< 0,05 %	0,2 %

Rappel :

Z caractérise un élément chimique :

- n'importe quel noyau de carbone possède donc 6 protons ;
- un noyau d'oxygène aura toujours 8 protons, ...

Q2. Les noyaux sont-ils pour la plupart stables ou instables ?

Q3. Quels sont les numéros atomiques du plomb ? du bismuth ? du polonium ? de l'astate ?

Q4. Comment appelle-t-on les noyaux d'une même ligne ?

Q5. Quels sont les 3 isotopes stables du plomb ?

Q6. Quels sont les isotopes stables du carbone ? de l'oxygène ?

Les différents type de radioactivité (doc 3)

Q7. Quelles sont les deux types d'interaction en compétition qui s'exercent au sein d'un noyau atomique ?

Q8. Associer à chaque couleur du diagramme de Segré (doc 2) le type de radioactivité.

Les lois de conservation

Une équation de désintégration nucléaire peut s'écrire ${}^{A_1}_{Z_1}X \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}X + {}^{A_3}_{Z_3}X$ où les symboles désignent respectivement le noyau père, le noyau fils et la particule émise.

Q9. Ecrire les deux lois de conservation qui concernent les nombres de masse et les numéros atomiques. Vous pourrez vous aider des exemples du document 3.

Q10. Compléter le document 4 en précisant sur chaque flèche le type de radioactivité.

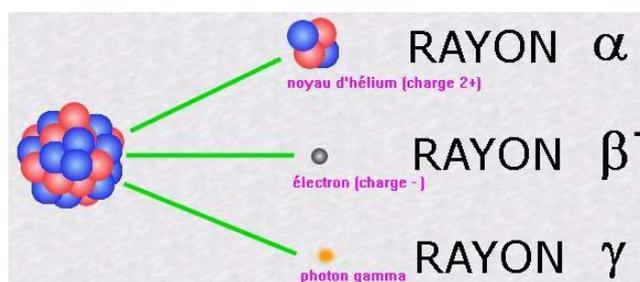
Activité radioactive

Q11. Quelles informations importantes peut-on tirer du document 5 ?

Q12. Selon-vous, quels sont les paramètres dont dépend l'action d'une source radioactive sur les tissus vivants ?

Ce qu'il faut retenir

- Un noyau atomique est noté A_ZX où :
 - X est le symbole de l'élément ;
 - A le nombre de nucléons. A est aussi appelé le nombre de masse ;
 - Z le nombre de protons (appelé aussi numéro atomique).
- $A=Z+N$ où N est le nombre de neutrons.
- Des noyaux ayant même valeur de Z mais des valeurs de N différentes sont des isotopes.
- La plupart des noyaux sont instables ou radioactifs : au bout d'un certain temps ils se désintègrent en un autre noyau avec émission d'une particule.
- Il y a plusieurs types de radioactivités selon la nature de la particule émise :



- Equation générale d'une désintégration : ${}^{A_1}_{Z_1}X \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}X + {}^{A_3}_{Z_3}X$
- Loi de conservation de la charge électrique : $Z_1=Z_2+Z_3$
Loi de conservation du nombre de nucléons : $A_1=A_2+A_3$.
- La radioactivité est un phénomène naturel. Les hommes sont capables de provoquer des réactions nucléaires : on parle de radioactivité artificielle.
- L'activité d'un échantillon radioactif s'exprime en Becquerel (Bq) :
 $1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration/seconde.}$
- Exemples

source	1 L d'eau	1 kg granit	homme (70kg)	1 kg d'uranium	1 g plutonium
activité (en Bq)	10	1 000	7 000	$25 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^9$

Correction de l'activité

Q1. L'exposition à la radioactivité est due pour 58 % à la radioactivité naturelle. L'exposition à la radioactivité artificielle est due pour l'essentiel aux examens médicaux (radio, irm, ...).

Noyaux	$^{12}_6\text{C}$	$^{13}_6\text{C}$	$^{14}_6\text{C}$	$^{16}_8\text{O}$	$^{17}_8\text{O}$	$^{18}_8\text{O}$
nombre de protons Z	6	6	6	8	8	8
nombre de neutrons N	6	7	8	8	9	10
abondance isotopique naturelle	98,9 %	1,1 %	10^{-10} %	99,8 %	< 0,05 %	0,2 %

Q2. D'après le diagramme de Segré les noyaux sont pour la plupart instables.

Diagramme de Segré : http://www.ostralo.net/3_animations/swf/diagrammeNZ_1.swf

Q3. Pb : $Z=82$, Bi : $Z=83$, Po=84, At : $Z=85$

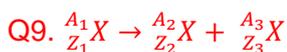
Q4. Des isotopes : ils ont même nombre de protons Z mais un nombre de neutrons N différent.

Q5. Les plombs 206, 207 et 208 (valeurs de A)

Q6. Les carbones avec $N=6$ et $N=7$ soit les carbones 12 et 13 (valeurs de A).

Q7. L'interaction électrique répulsive entre proton et l'interaction forte entre nucléons (proton-proton/neutron-neutron/proton-neutron)

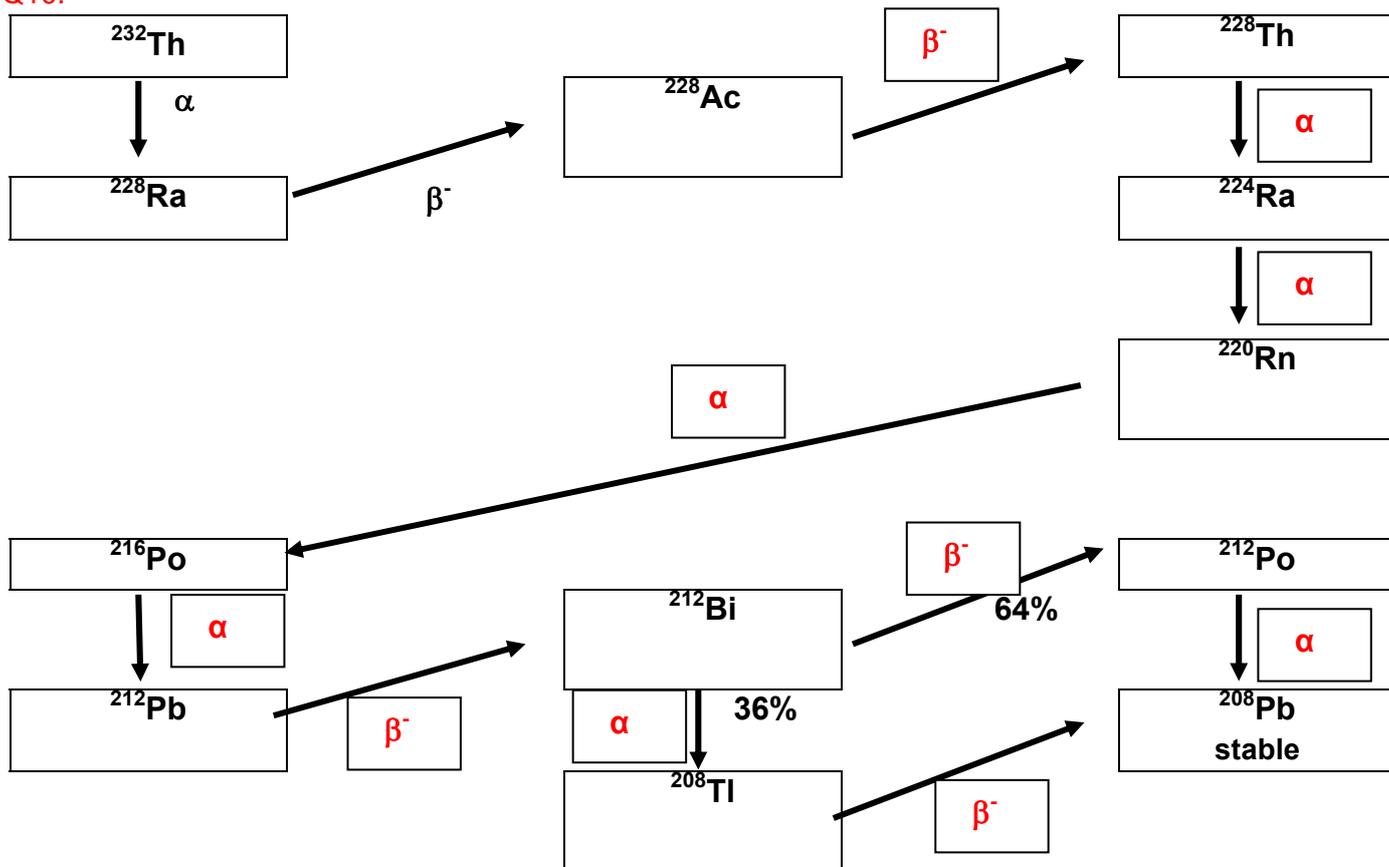
Q8. Grâce au doc 3 : jaune : alpha / bleu : β^- / orange : β^+



Conservation de la charge : $Z_1=Z_2+Z_3$

Conservation du nombre de nucléons : $A_1=A_2+A_3$.

Q10.



Q12. Plus l'activité d'une source est grande, plus elle est dangereuse. L'action sur les tissus vivants dépend de plusieurs paramètres : nombre de particules reçues par seconde (qui dépend de l'activité A), distance de la source, énergie et nature des particules, fractionnement de la dose reçue et de la nature des tissus touchés. Cela peut provoquer des réactions chimiques et des modifications de l'ADN.