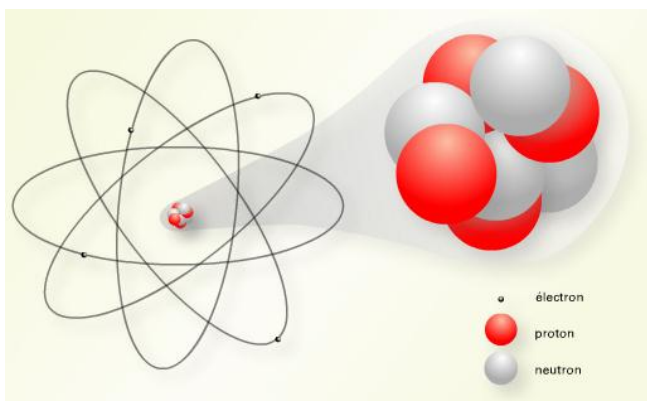


TPN°8 : Cohésion du noyau de l'atome : Radioactivité naturelle

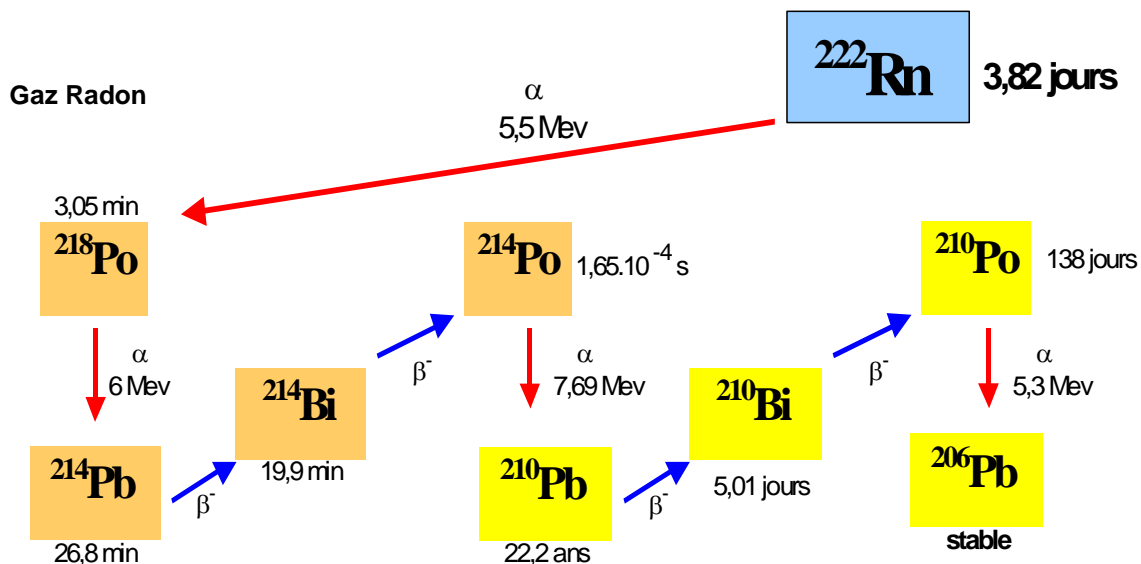
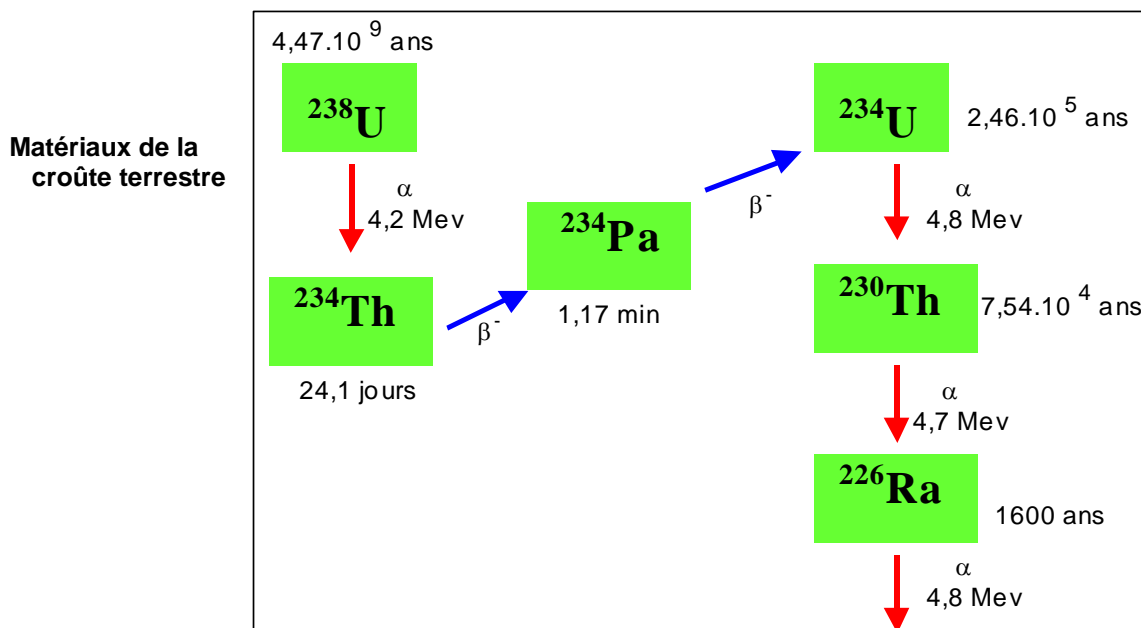
À tous ses niveaux d'organisation, la matière manifeste une cohésion fondée sur l'existence d'interactions fondamentales dont les propriétés expliquent cette stabilité des structures. Cette stabilité cesse en raison d'échanges et de transformations d'énergie responsables de transformation nucléaires entre autres.

À partir de l'observation, il est question de déduire l'existence d'une nouvelle interaction fondamentale (après l'interaction gravitationnelle, électrique) responsable de la cohésion du noyau de l'atome : La radioactivité naturelle, manifestation du principe de conservation de l'énergie, éclaire sur la connaissance de l'atome, sa stabilité, son existence.



I) Quelques documents

1) *La famille radioactive de l'uranium*

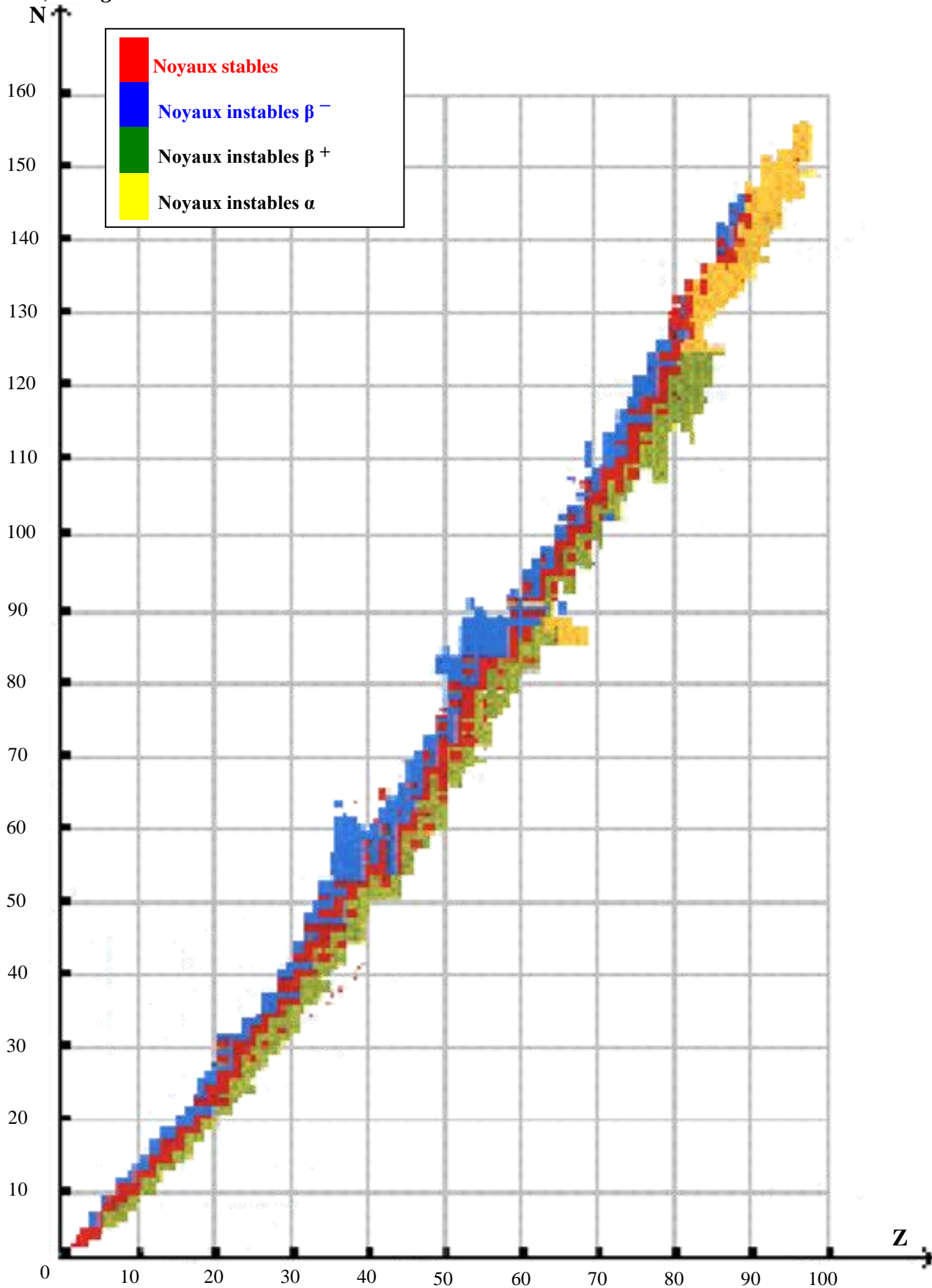


Descendants solides pouvant se déposer dans les poumons		Fin de la série et plomb stable
---	--	---------------------------------

2) Extrait du tableau périodique des éléments

⁸² Pb Plomb	⁸³ Bi Bismuth	⁸⁴ Po Polonium	⁸⁵ At Astate	⁸⁶ Rn Radon	⁸⁷ Fr Francium	⁸⁸ Ra Radium	⁸⁹ Ac Actinium	⁹⁰ Th Thorium	⁹¹ Pa Protactinium	⁹² U Uranium
---------------------------	-----------------------------	------------------------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

3) Diagramme Z-N : « La vallée de la stabilité »



4) Les définitions

La radioactivité désigne un vaste ensemble de phénomènes physiques, dont le dénominateur commun consiste en une modification du noyau atomique des éléments.

Il existe dans la nature une centaine de type d'atomes. Ils ont été regroupés par Mendeleïev en 1869 sur un tableau montrant les analogies chimiques. Un atome (dimension environ 10^{-10} m) est lui-même constitué d'un noyau minuscule (environ 10^{-15} m) contenant toute la masse, et de Z électrons évoluant autour de lui sur des couches concentriques diffuses. Ce nombre Z , appelé numéro atomique, caractérise l'élément « X » et ses propriétés chimiques (par exemple, $Z = 8$ si X est O, l'oxygène). Le noyau est lui-même un assemblage compact de Z protons et de N neutrons, formant un système de $A = N + Z$ nucléons. Le nombre A s'appelle nombre de masse et le noyau correspondant s'écrit ${}^A_Z X_N$ ou, en abrégé, ${}^A X$ et s'appelle un nucléide. Deux éléments de même nombre atomique Z , mais de A (ou N) différents sont des **isotopes** ; ils ont les mêmes propriétés chimiques, mais peuvent avoir des propriétés physiques fort différentes. Ainsi l'élément carbone C ($Z = 6$) est représenté sur la Terre essentiellement par ${}^{12}C$, mais aussi par ${}^{13}C$ et ${}^{14}C$. La nature est très généreuse dans la distribution des rôles. Un même nucléide existe avec des masses, ou énergies, différentes ; cela correspond à des configurations différentes de répartition des nucléons. Dans son arrangement d'énergie la plus basse, le noyau est dans son état fondamental. Dans les autres configurations, il se trouve dans un état excité.

La nature recherche les configurations où l'énergie est minimale. Si un noyau se trouve par hasard dans un état qui ne correspond pas à ce minimum, il va tout faire pour trouver un chemin qui mène à celui-ci et qui soit compatible avec un certain nombre de règles de conservation (énergie, charge électrique...). Sa quête du bon chemin pourra prendre un temps très variable. Ainsi, un état excité revient spontanément à un état d'énergie plus basse, voire à l'état fondamental correspondant au niveau d'énergie le plus bas, en émettant de la lumière. Cette lumière possède une très courte longueur d'onde, nommée rayonnement gamma (γ). Ce passage est très bref, de l'ordre de 10^{-9} à 10^{-14} s ; on l'appelle désexcitation d'un état excité. Mais il arrive que l'état fondamental lui-même ait besoin de se transmuter pour se vêtir d'une énergie plus basse ; il est forcé de changer d'espèce. Cette alchimie se produit spontanément dans la nature et la transmutation du noyau vers une configuration plus stable constitue le phénomène de radioactivité ; le noyau originel est dit radioactif. Par opposition, un noyau perdurant éternellement est dit stable.

Encyclopédie Universalis 2012.

II) Les questions

À partir des documents précédents :

- Donner une définition de la radioactivité.
- Définir « l'isotopie » et donner un exemple.
- Quel terme désigne la mutation du noyau instable ?
- Quels types de désintégrations particulières caractérisent ces noyaux instables ?
- Rassembler dans le tableau ci-dessous, l'ensemble des nucléides radioactifs de la famille de l'uranium.
- Recréer par des flèches (en conservant le code couleur) les désintégrations successives d'un noyau père vers son noyau fils. Reproduire les couleurs de chaque nucléide selon son type de radioactivité (légende de diagramme $Z - N$).
- Donner une interprétation de « la vallée de la stabilité » ou « diagramme $Z-N$ ».
- La particule « α » est un noyau d'Hélium ${}^4_2\text{He}$. Écrire les désintégrations du Radon en Polonium, du Radium en Radon.

146											
145											
144											
143											
142											
141											
140											
139											
138											
137											
136											
135											
134											
133											
132											
131											
130											
129											
128											
127											
126											
125											
124											
123											
	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92

- i. Rechercher les « lois de Soddy » et vérifier leur application lors des désintégrations précédentes
- j. Rechercher également la définition de « Période radioactive ». Donner celle du Radon 218.
- k. Les masses de différents atomes sont indiquées ci-dessous :

nucléide	$^{218}_{84}\text{Po}$	$^{222}_{86}\text{Rn}$	$^{226}_{88}\text{Ra}$	^4_2He
masse atomique (en kg)	$3,6194 \times 10^{-25}$	$3,6859 \times 10^{-25}$	$3,7524 \times 10^{-25}$	$6,6465 \times 10^{-27}$

Faire le bilan en masse « Δm » de la désintégration du Radon 222.

- l. Selon le postulat d'Einstein $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ (équivalence masse-énergie), calculer l'énergie libérée lors de la désintégration du Radon. L'exprimer en eV ($1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}\text{ J}$), puis en MeV.

III) Le compteur Geiger

- ☞ À partir des différentes mesures de radioactivité du Radon, effectuer une évaluation statistique de l'échantillon.
- ☞ En déduire les fréquences sur 1 comptage, soit la probabilité des différentes classes.
- ☞ Tracer l'histogramme des fréquences.

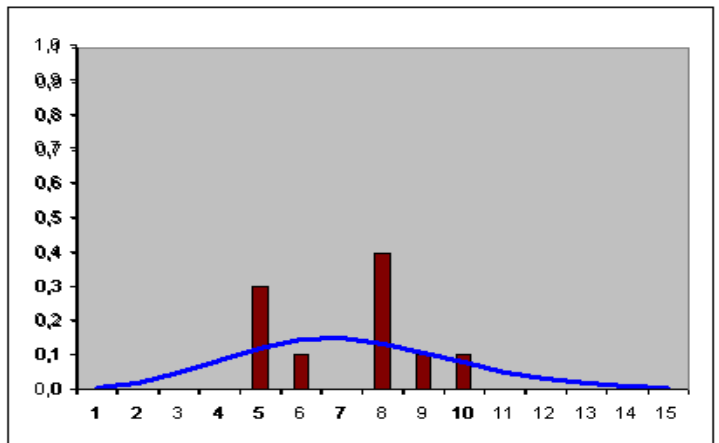


	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
		Comptages		<i>Classes</i>	<i>effectifs</i>	<i>fréquence</i>	<i>probabilité théorique</i>	
2								
3	1	8		1	0	0	0,0054	
4	2	10		2	0	0	0,0194	
5	3	5		3	0	0	0,0464	
6	4	8		4	0	0	0,0836	
7	5	6		5	3	0,3	0,1204	
8	6	9		6	1	0,1	0,1445	
9	7	5		7	0	0	0,1486	
10	8	8		8	4	0,4	0,1337	
11	9	8		9	1	0,1	0,1070	
12	10	5		10	1	0,1	0,0770	
13	11			11	0	0	0,0504	
14	12			12	0	0	0,0303	
15	13			13	0	0	0,0168	
16	14			14	0	0	0,0086	
17	15			15	0	0	0,0041	
18	16							
19	17							
20	18							
21	19							
22	20							
23	21							
24	22							

Nombre de comptages **10**

Moyenne des comptages **7,200**

Écart type **1,8135**



Conclure sur le caractère temporel de cette radioactivité du Radon ?