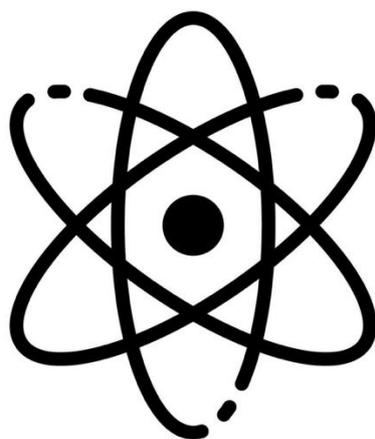


LES RADIO-ACTIVITES DU MUSEE CURIE



*Pour mieux comprendre les mystères
des atomes et de la radioactivité*

 musée **CURIE**

LES RADIO-ACTIVITES DU MUSEE CURIE

Présentation

Qu'est-ce qu'un atome ? De quoi est-il constitué ? Qu'est-ce que la radioactivité ?

« **Les radio-activités du Musée Curie** » forment un ensemble de 5 activités, conçues dans le but de faire découvrir et d'expliquer la radioactivité, dans une approche ludique et pédagogique.

Inspirées des jeux de cartes et de plateaux, « **les radio-activités du Musée Curie** » aident à comprendre que le nom des éléments chimiques est lié au nombre de protons qui composent les noyaux des atomes, que certains atomes sont radioactifs et qu'ils peuvent se transformer en d'autres atomes, en émettant des rayons alpha et/ou bêta (les rayonnements gamma ne sont pas abordés).

Ces jeux proposent d'explorer ces notions scientifiques par étapes successives, mais aussi de découvrir l'histoire de la radioactivité naturelle et artificielle : les éléments découverts par Marie et Pierre Curie en 1898 (le Polonium et du Radium), la famille radioactive de l'Uranium 238 ou encore l'Azote 13, produit artificiellement par Frédéric et Irène Joliot-Curie en 1934.

A vous de jouer avec les noyaux des atomes, les protons et les neutrons !

Descriptif

Vous trouverez dans ce manuel :

- Les règles des 5 activités :
 - Activité 1 : Associer le nombre de protons à son élément chimique p3
 - Activité 2 : Trouver le nom du noyau p4
 - Activité 3 : La radioactivité bêta p5-6
 - Activité 4 : La radioactivité alpha p7
 - Activité 5 : La famille radioactive de l'Uranium 238 p8-9
- Des guides explicatifs sur :
 - Les atomes, les noyaux et le tableau périodique (Activités 1 et 2) p10-11
 - La radioactivité (Activité 3, 4 et 5) P12-13
 - La famille radioactive de l'uranium (activité 5) p14-15

Matériels nécessaires pour réaliser les activités :

- Un tableau périodique
- Un kit du jeu imprimé

Chaque activité est indépendante et peut se réaliser seule.

RADIO-ACTIVITE 1 :

Associer le nombre de protons à son élément chimique

Au préalable l'animateur fait une présentation sur les atomes et les noyaux. Voir guide explicatif « Les atomes, les noyaux et le tableau périodique » p 10-11.

Objectif : Faire comprendre qu'un élément chimique est défini par le nombre de protons contenu dans son noyau.

Matériel :

- 1 tableau périodique
- Kit jeu Activité 1 :
 - 12 cartes avec le Symbole et le nom des Eléments Chimiques
 - Niveau 1 : H, He, B, C, N, O, F, Ca, Fe, Cu, Ag et Au
 - Niveau 2 : Hg, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U
 - 12 étiquettes avec le nombre de protons
 - Niveau 1 : 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 20, 26, 29, 47, 79
 - Niveau 2 : 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Installation :

- Les cartes des éléments sont mélangées et retournées (côté vierge sur le dessus).
- Les étiquettes avec le nombre de protons sont étalées (nombre de protons sur le dessus).

Déroulement :

Possibilité de jouer seul ou de faire des équipes de 2 joueurs, jouant tour à tour.

- Tirez une carte correspondant à un élément chimique.
- Trouver l'étiquette portant le bon nombre de protons, en s'aidant du tableau périodique.
- Placer l'étiquette au-dessus de la carte de l'élément chimique.
- La partie est finie lorsque toutes les associations cartes/étiquettes ont été faites.

Variante :

- Le joueur place devant lui toutes les cartes éléments face élément visible et les étiquettes sont placées dans un sac en toile
- Tirer au hasard une étiquette portant un nombre de protons et y associer l'élément chimique correspondant en s'aidant du tableau périodique

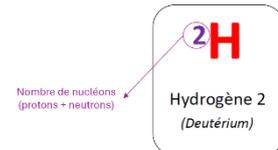
RADIO-ACTIVITE 2 :

Trouver le nom d'un noyau

Au préalable l'animateur fait une présentation sur les atomes et les noyaux. Voir guide explicatif « Les atomes, les noyaux et le tableau périodique » p 10-11.

Objectif : Comprendre comment sont nommés les atomes, puis en déduire le nombre de protons et de neutrons contenus dans les noyaux.

Matériel :



- 1 tableau périodique
- Kit jeu Activité 2 :
 - 16 cartes avec le Symbole, le nom des éléments chimiques et le nombre de nucléons
 - Niveau 1 : ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^2_2\text{He}$, ${}^{11}_5\text{B}$, ${}^{12}_5\text{B}$, ${}^{11}_6\text{C}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{14}_6\text{C}$, ${}^{12}_7\text{Na}$, ${}^{13}_7\text{Na}$, ${}^{14}_7\text{Na}$, ${}^{15}_7\text{Na}$, ${}^{14}_8\text{O}$
 - Niveau 2 : ${}^{206}_{82}\text{Pb}$, ${}^{210}_{82}\text{Pb}$, ${}^{210}_{84}\text{Po}$, ${}^{214}_{84}\text{Po}$, ${}^{218}_{84}\text{Po}$, ${}^{226}_{88}\text{Ra}$, ${}^{222}_{86}\text{Rn}$, ${}^{232}_{90}\text{Th}$, ${}^{234}_{90}\text{Th}$, ${}^{234}_{92}\text{U}$, ${}^{235}_{92}\text{U}$, ${}^{238}_{92}\text{U}$
 - 18 Dominos : "nombre de protons / Nombre de neutrons"
 - Niveau 1 : 1p/0n, 1p/1 n, 1p/2n, 2p/2n, 5p/6n, 5p/7n, 5p/8n, 6p/5n, 6p/6n, 6p/7n, 6p/8n, 7p/5 n, 7p/6n, 7p/7n, 7p/8n, 8p/5n, 7p/6n, 8p/7n
 - Niveau 2 : 82p/124n, 82p/128n, 84p/126 n, 84p/130n, 84p/134n, 86p/136n, 88p/138n, 90p/142n, 90p/144n, 92p/142n, 92p/143n, 92p/146n

Installation :

- Les cartes des éléments sont mélangées et retournées (côté vierge sur le dessus).
- Les dominos sont étalés (nombre de protons et neutrons sur le dessous)

Déroulement :

Possibilité de jouer seul ou de faire des équipes de 2 joueurs, jouant tour à tour.

- Tirez une carte correspondant à un élément chimique.
- Trouver le domino portant le bon nombre de protons et de neutrons, en s'aidant du tableau périodique.
 - Ex : la carte C13 sera à associer au domino : 6 protons / 7 neutrons
- Placer le domino au-dessus de la carte de l'élément chimique.
- La partie est finie lorsque toutes les associations cartes/dominos ont été faites.

Variante :

- Le joueur place devant lui toutes les cartes éléments face élément visible et les dominos sont placés dans un sac en toile
- Tirer au hasard un domino portant un nombre de protons et de neutrons et y associer l'élément chimique correspondant en s'aidant du tableau périodique

RADIO-ACTIVITE 3 :

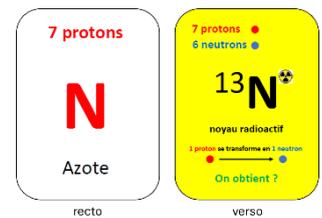
La radioactivité bêta

Au préalable l'animateur fait une présentation sur la radioactivité. Voir guide explicatif « La radioactivité » p 12-13.

Objectif : Comprendre ce qu'est la radioactivité, les isotopes et la « transmutation des éléments ». Dans ce jeu on se limitera à la radioactivité β .

Matériel :

- 1 tableau périodique
- Le plateau 1 : " B, C, N, O, F" (ou tableau périodique)
- Le plateau 2 du jeu (où l'on disposera les cartes lors du jeu)
- Des jetons bicolores rouge/bleu
- Kit jeu Activité 3 :
 - 24 cartes noyaux :
 - Recto : nombre de protons, le symbole et le nom de l'élément chimique correspondant.
 - Verso : caractéristique de l'isotope (nombre protons/neutrons) et sa stabilité
 - 9 cartes rayonnement émis :
 - Radioactivité Bêta +
 - Radioactivité Bêta -
 - Jetons bicolores :
 - Côté rouge : représente les protons 
 - Côté bleu : représente les neutrons 



Installation :

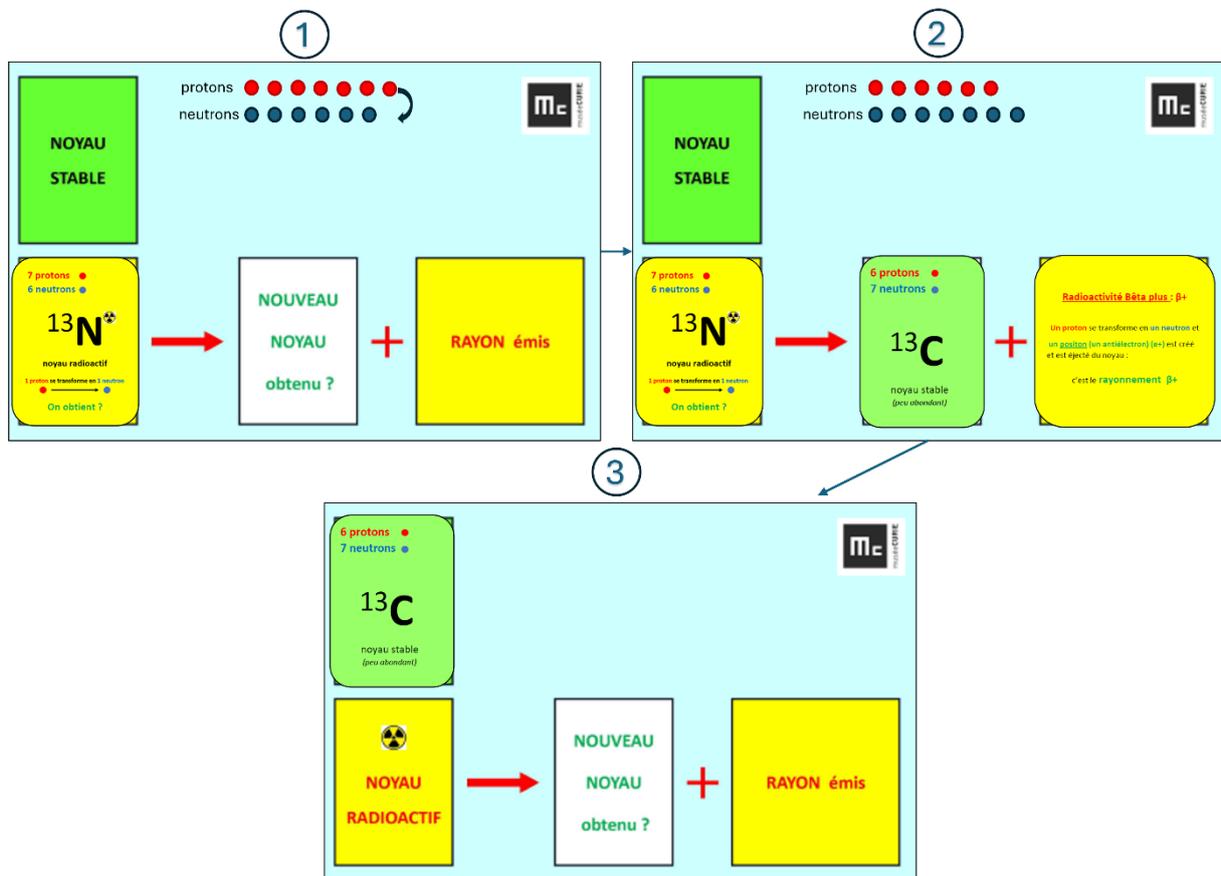
- Sur le plateau 1 (" Famille B, C, N, O,F") on dépose les cartes par famille sur chacune des cases de famille correspondante (recto des cartes sur le dessus)
 - Les 4 cartes Bore sur la case Bore du plateau 1
 - Les 6 cartes Carbone sur la case Carbone du plateau 1
 - Les 6 cartes Azote sur la case Azote du plateau 1
 - Les 6 cartes Oxygène sur la case Oxygène du plateau 1
 - Les 2 cartes Fluor sur la case Fluor du plateau 1
- Mettre les jetons bicolores dans un petit pot
- Disposer les cartes rayonnement émis à côté

Déroulement :

Possibilité de jouer seul ou de faire des équipes de 2 joueurs, jouant tour à tour.

Il est conseillé de jouer avec toutes les cartes d'une même famille afin de bien comprendre la radioactivité bêta. La découverte de la radioactivité artificielle peut être évoquée (N13).

- Tirer une carte de l'une de ces familles, la placer sur le plateau 2 en suivant les indications inscrites sur la carte :
 - Si le noyau est stable (carte verso vert) déposer la carte sur la case « Noyau Stable »
 - Le jeu est fini, re-piocher une autre carte
 - Si le noyau est radioactif, déposer sa carte sur la case « Noyau radioactif »
 - Continuer le jeu
- Si le noyau est radioactif :
 - Suivre les indications pour trouver le nouveau noyau obtenu lors de la transmutation
 - Pour comprendre la transmutation, s'aider des jetons colorés : une ligne avec les jetons bleus (neutrons) et une autre avec les jetons rouges (protons)
 - Trouver la carte correspondante parmi les isotopes et déposer la dans la case « Nouveau noyau obtenu »
 - Trouver la carte du rayon émis :
 - Rayon bêta plus (β^+) : Quand 1 proton se transforme en 1 neutron, il émet un positon (antiélectron : e^+) et un neutrino (ν)
 - Rayon bêta moins (β^-) : Quand 1 neutron se transforme en 1 proton, il émet un électron (e^-) et un anti-neutrino ($\bar{\nu}$)



RADIO-ACTIVITE 4 :

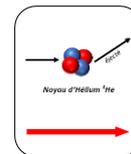
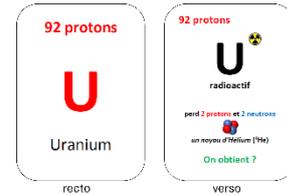
La radioactivité alpha

Au préalable l'animateur fait une présentation sur la radioactivité. Voir guide explicatif « La radioactivité » p 12-13.

Objectif : Comprendre ce qu'est la radioactivité, les isotopes et la « transmutation des éléments ». Dans ce jeu on se limitera à la radioactivité alpha.

Matériel :

- 1 tableau périodique
- Kit jeu Activité 4 :
 - 11 cartes noyaux (82 à 92 protons) :
 - Recto : nombre de protons, le symbole et le nom de l'élément chimique correspondant.
 - Verso : cartes figurent des informations relatives uniquement à des désintégrations alphas
 - 9 cartes rayonnement émis : radioactivité alpha



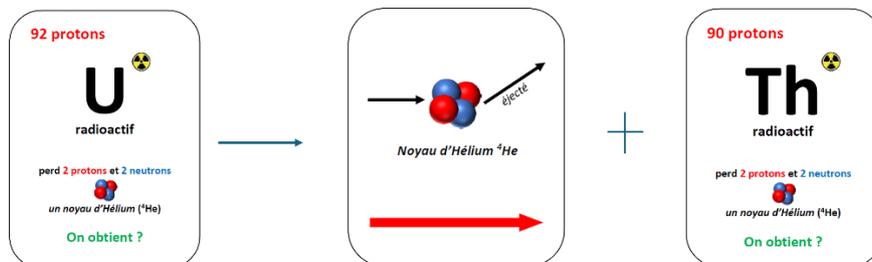
Installation :

- Etaler les 11 cartes côté recto en les classant par ordre croissant (nombre de protons de 82 à 92).

Déroulement :

Possibilité de jouer seul ou de faire des équipes de 2 joueurs, jouant tour à tour. A la fin du jeu, l'animateur peut évoquer les familles radioactives.

- Retourner la carte Uranium avec les 92 protons
- Suivre les instructions fournies au verso de la carte
 - Prendre une carte rayonnement émis et la placer à côté de la carte retournée
 - Trouver le nouvel élément obtenu suite à la désintégration alpha
- Le jeu est terminé lorsque le joueur tombe sur une carte portant l'inscription : **stable**



RADIO-ACTIVITE 5 :

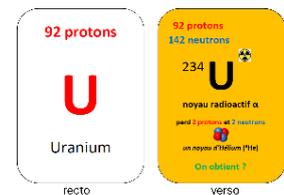
La famille radioactive de l'Uranium (238)

Au préalable l'animateur fait une présentation sur la radioactivité. Voir guide explicatif « La radioactivité » p 12-13.

Objectif : Découvrir la famille radioactive de l'Uranium 238 (U238), comprendre la formation du radium (226), du radon (222), des noyaux de polonium (218, 214 et 210) grâce à des désintégrations successives bêta ou alpha.

Matériel :

- 1 tableau périodique
- Le plateau 2 du jeu (où l'on disposera les cartes)
- Kit jeu Activité 5 :
 - 36 cartes noyaux
 - 7 noyaux de Plomb (Pb 206 ; 207 ; 208 ; 210 ; 211 ; 212 ; 214)
 - 4 cartes de 83 protons = 4 noyaux de Bismuth (Bi 209 ; 210 ; 212 ; 214)
 - 4 cartes de 84 protons = 4 noyaux de Polonium (Po 210 ; 214 ; 216 ; 218)
 - 1 carte de 85 protons = 1 noyau d'Astate (At 210)
 - 4 cartes de 86 protons = 4 noyaux de Radon (Rn 218 ; 219 ; 220 ; 222)
 - 1 carte de 87 protons = 1 noyau de Francium (Fr 223)
 - 4 cartes de 88 protons = 4 noyaux de Radium (Ra 223 ; 224 ; 226 ; 228)
 - 2 cartes de 89 protons = 2 noyaux d'Actinium (Ac 227 ; 228)
 - 4 cartes de 90 protons = 4 noyaux de Thorium (Th 230 ; 231 ; 232 ; 234)
 - 2 cartes de 91 protons = 2 noyaux de Protactinium (Pa 231 ; 234)
 - 3 cartes de 92 protons = 3 noyaux d'Uranium (U 234 ; 235 ; 238)
 - Cartes rayonnement émis
 - Radioactivité bêta plus (β^+) (carte verso fond jaune)
 - Radioactivité bêta moins (β^-) (carte verso fond jaune)
 - Radioactivité alpha (α) (carte verso orange)



Installation :

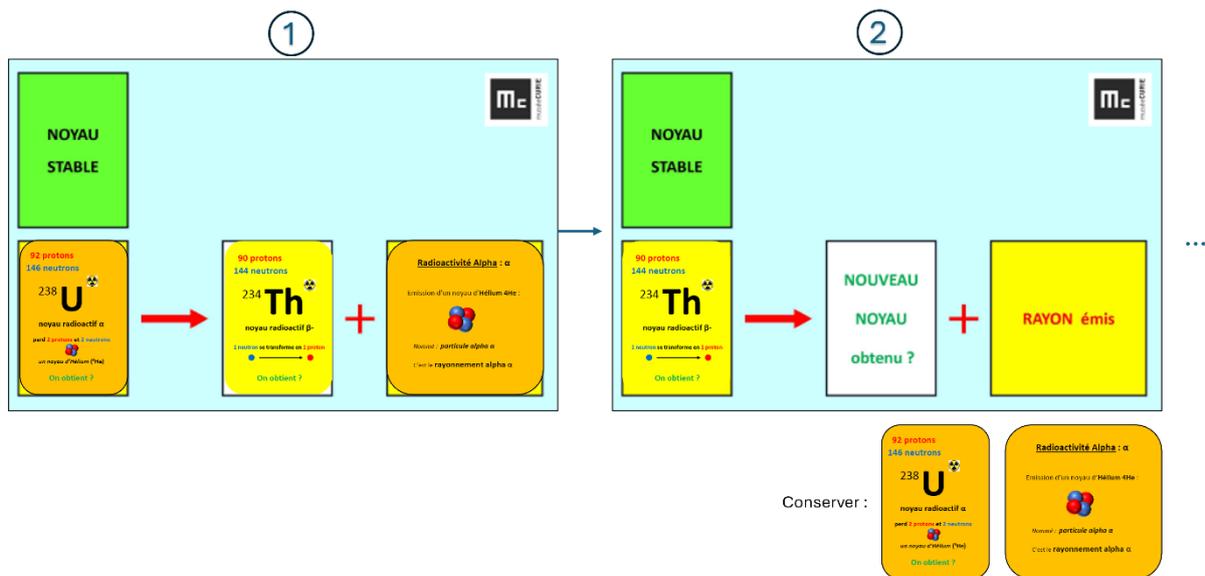
- Regrouper les cartes par élément chimique, côté recto

Déroulement :

Possibilité de jouer seul ou de faire des équipes de 2 joueurs, jouant tour à tour. A la fin du jeu, l'animateur peut faire un bilan sur les familles radioactives. Voir guide explicatif « La famille radioactive de l'uranium » p 14-15.

- Retourner la carte Uranium avec les 92 protons et la placer sur le plateau 2 case « noyau radioactif »
- Suivre les instructions fournies au verso de la carte
 - Trouver le nouvel élément obtenu dans une des piles d'élément chimique (vérifier au dos le nombre de protons et de neutrons), et le mettre sur le plateau 2
 - Associer le rayon émis

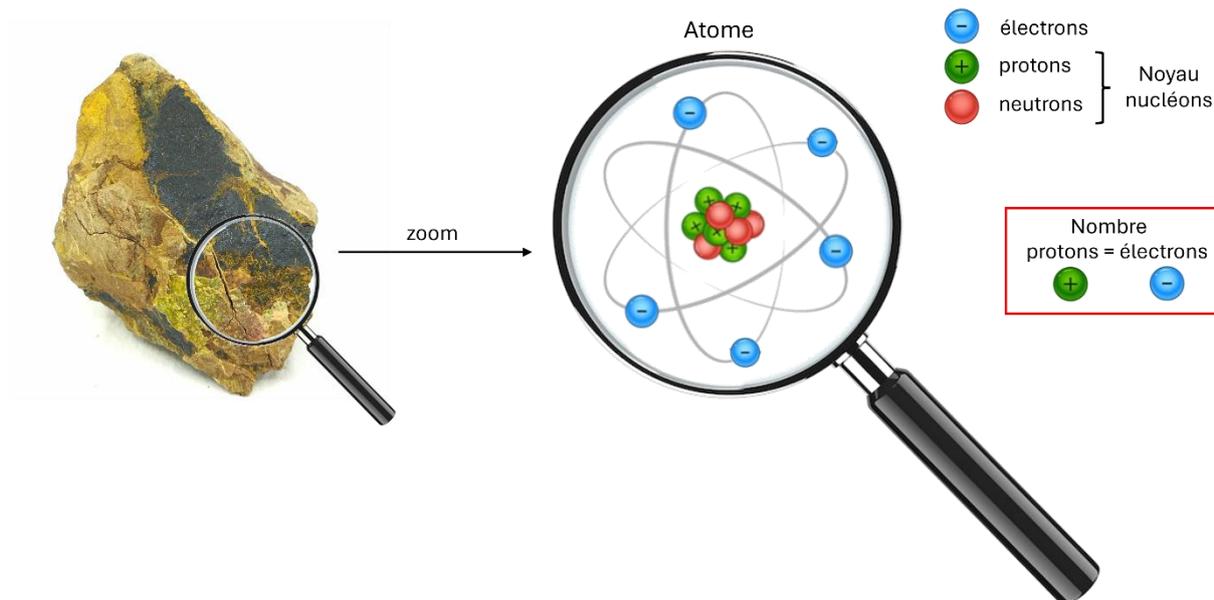
- Déposer sur le plateau 2 dans la case correspondante la carte du nouveau noyau ainsi que la carte du rayon émis lors de cette désintégration
- Par la suite, retirer du plateau :
 - La carte initiale du noyau Uranium (238) et la conserver devant soi
 - La carte rayon émis et la conserver
- Déplacer la carte du Nouveau Noyau obtenu vers la gauche sur la case du plateau
 - Sur la case « Noyau stable » si le noyau obtenu est stable
 - Sur la case « Noyau radioactif » si le noyau obtenu est radioactif
 - Dans ce cas, continuer le jeu
- Le jeu est terminé lorsque le joueur un nouveau noyau obtenu est un noyau stable (Pb206)



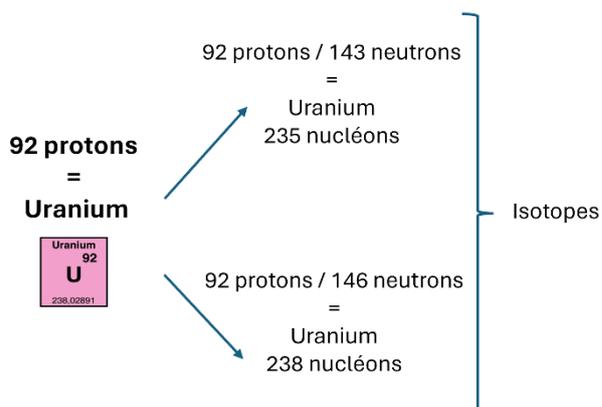
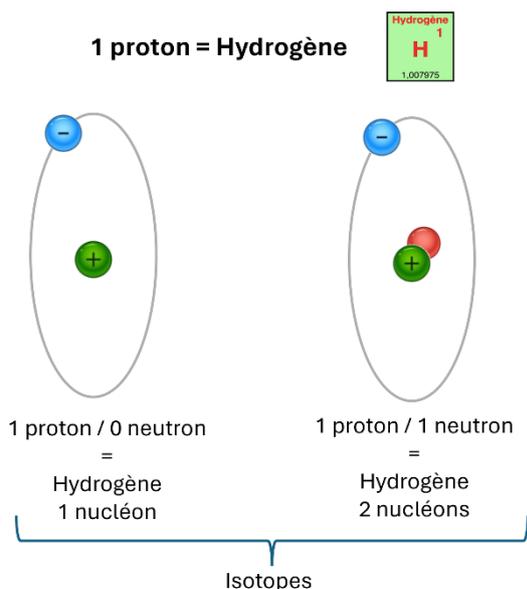
GUIDES EXPLICATIFS

Les atomes, les noyaux et le tableau périodique

Tout est composé d'atomes ! Ils sont minuscules : un cheveu humain a l'épaisseur d'un million d'atomes.



Le nombre de protons = carte d'identité de l'atome



Le Tableau périodique

-  Lignes (= période) : ordre croissant du nombre de protons (numéro atomique)
-  Colonnes (= groupe) : propriétés similaires des atomes

Tableau périodique des éléments chimiques

Nom de l'élément (**gaz**, **liquide** ou **solide** à 0°C et 101,3 kPa)
 Numéro atomique
 Symbole chimique
 Masse atomique relative [ou celle de l'isotope le plus stable]
 (Source : CIAAW "Atomic Weights 2013" - rév. 2015)

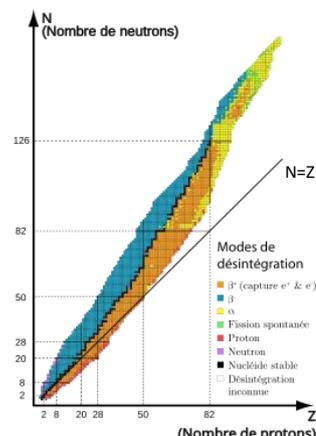
Hydrogène 1 H 1,00794																	Hélium 2 He 4,002602														
Lithium 3 Li 6,939	Béryllium 4 Be 9,0121831											Bore 5 B 10,811	Carbone 6 C 12,0106	Azote 7 N 14,006432	Oxygène 8 O 15,9994	Fluor 9 F 18,9984032	Néon 10 Ne 20,1797														
Sodium 11 Na 22,98976928	Magnésium 12 Mg 24,305											Aluminium 13 Al 26,9815385	Silicium 14 Si 28,085	Phosphore 15 P 30,97376200	Soufre 16 S 32,067	Chlore 17 Cl 35,453	Argon 18 Ar 39,948														
Potassium 19 K 39,0983	Calcium 20 Ca 40,078	Scandium 21 Sc 44,955908	Titane 22 Ti 47,867	Vanadium 23 V 50,9415	Chrome 24 Cr 51,9961	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934	Cuivre 29 Cu 63,546	Zinc 30 Zn 65,38	Gallium 31 Ga 69,723	Germanium 32 Ge 72,630	Arsenic 33 As 74,921595	Sélénium 34 Se 78,971	Brome 35 Br 79,904	Krypton 36 Kr 83,798														
Rubidium 37 Rb 85,4678	Strontium 38 Sr 87,62	Yttrium 39 Y 88,90584	Zirconium 40 Zr 91,224	Niobium 41 Nb 92,90637	Molibdène 42 Mo 95,95	Technétium 43 Tc [98]	Ruthénium 44 Ru 101,07	Rhodium 45 Rh 102,90550	Palladium 46 Pd 106,42	Argent 47 Ag 107,8682	Cadmium 48 Cd 112,414	Indium 49 In 114,818	Étain 50 Sn 118,710	Antimoine 51 Sb 121,760	Tellure 52 Te 127,60	Iode 53 I 126,90447	Xénon 54 Xe 131,29														
Césium 55 Cs 132,90545	Baryum 56 Ba 137,327	Lanthanides 57-71					Hafnium 72 Hf 178,49	Tantale 73 Ta 180,94788	Tungstène 74 W 183,84	Rhénium 75 Re 186,207	Osmium 76 Os 190,23	Iridium 77 Ir 192,222	Platine 78 Pt 195,084	Or 79 Au 196,966569	Mercury 80 Hg 200,592	Thallium 81 Tl 204,3833	Plomb 82 Pb 207,2	Bismuth 83 Bi 208,98040	Polonium 84 Po [209]	Astato 85 At [210]	Raïon 86 Rn [222]										
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinides 89-103					Rutherfordium 104 Rf [261]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [269]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Métalium 109 Mt [278]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [282]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [289]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessee 117 Ts [294]	Ognesson 118 Og [294]										
		Lanthane 57 La 138,90547	Cérium 58 Ce 140,116	Praseodyme 59 Pr 140,90796	Néodyme 60 Nd 144,242	Prométhium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150,36	Europium 63 Eu 151,964	Gadolinium 64 Gd 157,25	Terbium 65 Tb 158,92535	Dysprosium 66 Dy 162,500	Holmium 67 Ho 164,93032	Erbium 68 Er 167,259	Thulium 69 Tm 168,93422	Ytterbium 70 Yb 173,045	Lutécium 71 Lu 174,9668	Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232,0377	Protactinium 91 Pa 231,03888	Uranium 92 U 238,02891	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkélium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Méridolium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]	Lawrencium 103 Lr [260]
		Métaux										Non-métaux																			
Alcalins		Alcalino-terreux		Lanthanides		Actinides		Métaux de transition		Métaux pauvres		Métalloïdes		Autres non-métaux		Halogènes		Gaz nobles		Non classés		Primordial		Désintégration d'autres éléments		Synthétique					

D'APRÈS MICHAEL WIKIMEDIA COMMONS

La radioactivité

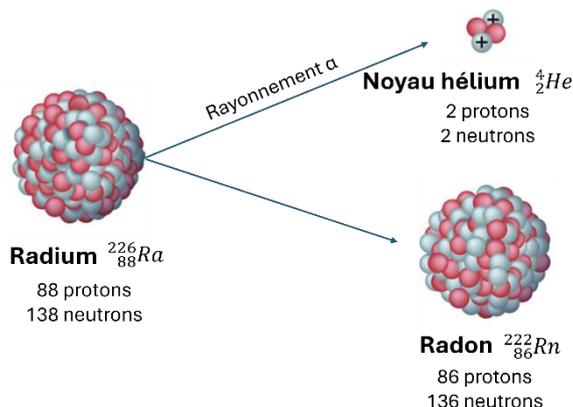
Lorsque les atomes contiennent un nombre trop important de nucléons, ou alors qu'il y a un déséquilibre trop grand entre le nombre de protons et de neutrons, la force qui permet de maintenir en cohésion le noyau n'est plus suffisante. Les atomes ont alors tendance à se réorganiser pour devenir stables : c'est la radioactivité.

Quand cela se produit, les noyaux se désintègrent et émettent des particules et de l'énergie sous forme de rayonnement. 3 types de radiations peuvent se produire : alpha α , bêta β et gamma γ .



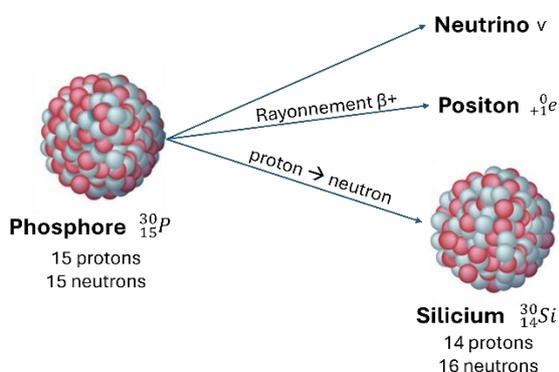
Radioactivité α

Ejection d'un noyau d'hélium



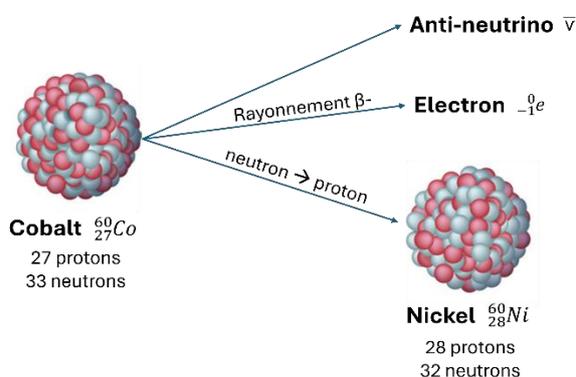
Radioactivité β^+

Transformation 1 proton en 1 neutron



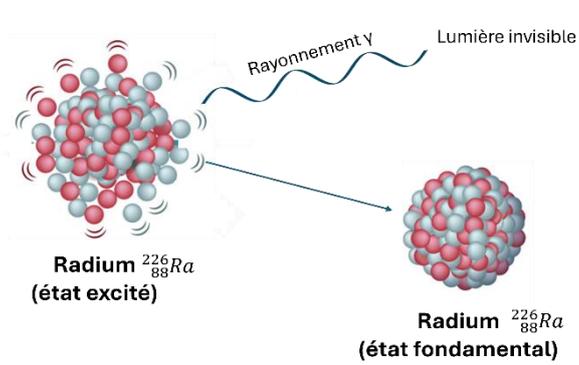
Radioactivité β^-

Transformation 1 neutron en 1 proton

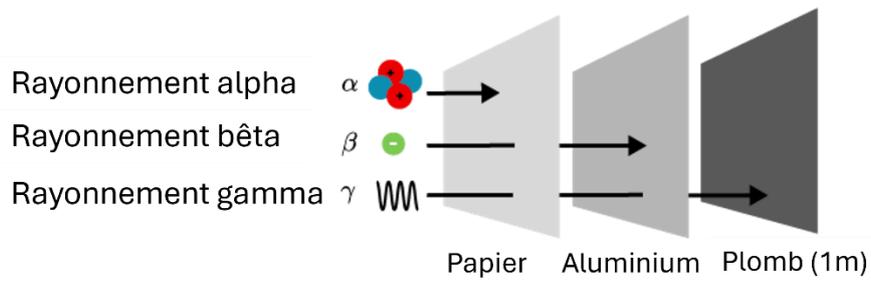


Radioactivité γ

Désexcitation en rayons électro-magnétiques

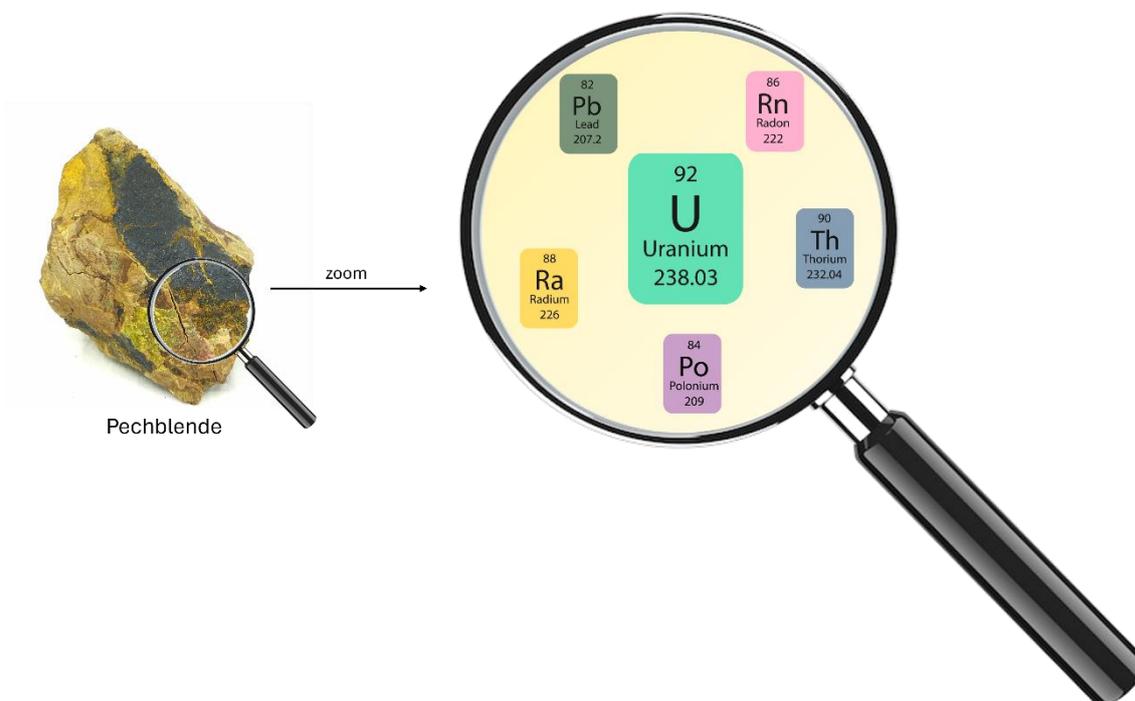


Selon le type de rayons, on ne s'en protège pas de la même façon :



La famille radioactive de l'uranium

Dans les minerais d'uranium, comme la Pechblende, on trouve beaucoup d'autres atomes très radioactifs, comme le radium et le polonium, découverts en 1898 par Marie et Pierre Curie.



En fait, l'uranium se désintègre en un atome radioactif, qui se désintègre lui-même en un atome radioactif, jusqu'à former un atome stable : c'est la famille radioactive de l'uranium. Le radium et le polonium font partie de cette famille, c'est pourquoi on en trouve dans les minerais d'uranium.

Plus les atomes sont radioactifs, plus ils se désintègrent vite.

