

1. LA RADIOACTIVITÉ

* Prendre connaissance des documents ci-dessous.

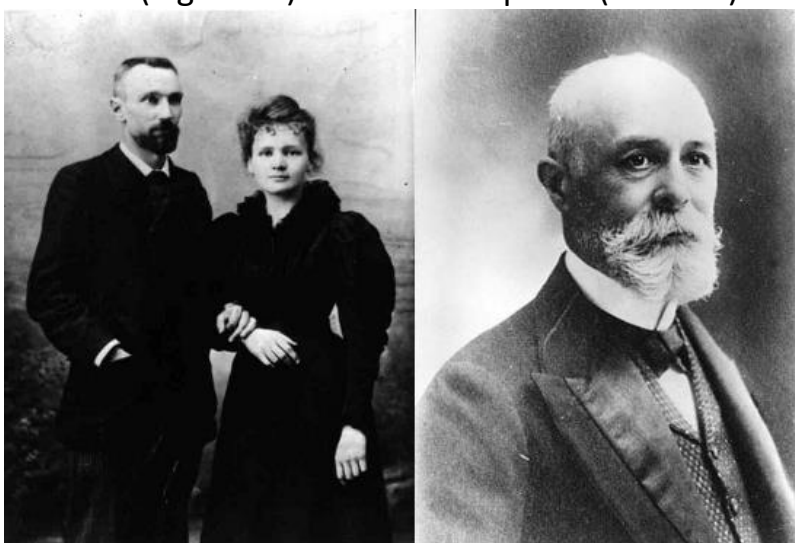
* Vidéo (0 à 4min10) : la vallée de la stabilité

<http://culturesciences.chimie.ens.fr/film-danimation-la-vall%C3%A9e-de-la-stabilit%C3%A9>

1. Découverte et contexte historique

Le radium a été découvert par Pierre et Marie Curie en 1898 (**Figure 1**). C'est une période d'émulation scientifique : Röntgen découvre par hasard les rayons X en 1895. Henri Becquerel s'intéresse à ce phénomène et découvre que les sels d'uranium émettent des rayons différents des rayons X. Ils sont appelés rayons uraniques.

Fig. 1 : Pierre et Marie Curie (à gauche) et Henri Becquerel (à droite)



Pendant ce temps, Marie Curie recherche un sujet de thèse. Sa curiosité est attirée par la découverte de Becquerel et elle étudie alors les sels d'uranium. Elle déduit de ses expériences que l'intensité du rayonnement est proportionnelle à la quantité d'uranium. De plus, ce rayonnement est indépendant de facteurs extérieurs (lumière, température...). Elle réalise peu de temps après que ce rayonnement est une propriété atomique, propre à l'atome. C'est ainsi qu'elle découvre que le thorium est comme l'uranium. Marie Curie appelle ce phénomène, **la radioactivité**.

Une fois l'étude de sels et d'oxydes d'uranium faites, elle se penche sur les minéraux contenant de l'uranium. Elle découvre alors que certains minéraux, dont la pechblende fait partie, ont une radioactivité bien plus élevée qu'attendu. Après maintes vérifications, elle en conclut que la pechblende contient un élément inconnu mais ayant une radioactivité bien plus forte que l'uranium.

C'est à ce moment que Pierre Curie rejoint son épouse et ils conjuguent leurs efforts afin d'isoler cet élément. La pechblende est un minerai de composition connue, ils séparent alors peu à peu les divers constituants en utilisant les traitements connus.

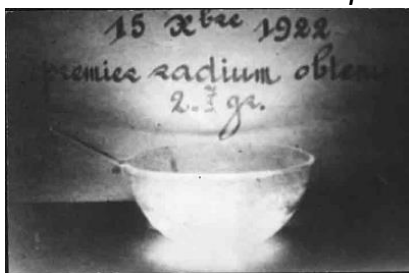
Projet : Marie Curie

Les époux réussissent à isoler deux fractions très radioactives : ils en concluent la découverte de deux éléments nouveaux. C'est ainsi qu'en juillet 1898, ils annoncent la découverte du polonium et en décembre de la même année, celle du radium.

Mais la communauté scientifique demeure perplexe et demande à voir ses éléments. Les époux Curie se partagent alors le travail : Pierre Curie étudie la radioactivité tandis que Marie isole le radium. C'est ainsi que commence une période de travail de quatre années, au cours desquelles ils publieront une trentaine d'articles et plusieurs mémoires.

Finalement, Marie Curie isole 0,1 g de sel de radium pur et détermine la masse du radium : **$M = 225 \text{ g/mol}$** . Pierre Curie, quant à lui, découvre de nombreux phénomènes associés à la radioactivité du radium notamment l'émission de gaz (le radon), de lumière et de chaleur (**Figure 3**). Il découvre également des phénomènes plus généraux tels que l'existence de 3 types de rayonnements, qui seront appelés α , β et γ par la suite.

Fig. 3 : Une coupelle contenant du bromure de radium photographié dans l'obscurité, 1922



En 1903, les Curie ainsi qu'Henri Becquerel sont récompensés pour leurs travaux en recevant le prix Nobel de physique.

<http://culturesciences.chimie.ens.fr/node/1448>



Activité 1 : réviser ... Choisir les réponses qui vous paraissent justes.

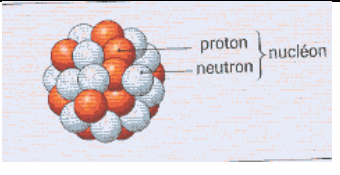
✗ L'écriture du noyau d'un atome A_ZX permet de connaître immédiatement :

| | |
|---------------------------------------|---|
| a. le symbole du noyau, soit | <input type="checkbox"/> X |
| | <input type="checkbox"/> A |
| | <input type="checkbox"/> Z |
| c. le nombre de nucléons, soit | <input type="checkbox"/> A |
| | <input type="checkbox"/> A+Z |
| | <input type="checkbox"/> Z |
| e. La charge électrique du proton est | <input type="checkbox"/> positive |
| | <input type="checkbox"/> négative |
| | <input type="checkbox"/> $+ 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |

| | |
|--|---|
| b. Le nombre de neutrons, soit | <input type="checkbox"/> A |
| | <input type="checkbox"/> Z |
| | <input type="checkbox"/> A-Z |
| d. Le nombre de protons, soit | <input type="checkbox"/> A |
| | <input type="checkbox"/> A-Z |
| | <input type="checkbox"/> Z |
| f. La charge électrique du neutron est | <input type="checkbox"/> négative |
| | <input type="checkbox"/> nulle |
| | <input type="checkbox"/> $- 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |

Projet : Marie Curie

- ✗ Les neutrons et les protons sont agglutinés les uns aux autres dans le noyau selon le modèle des physiciens. Ces derniers interprètent la stabilité de la plupart des noyaux par l'existence entre ces particules :

| | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> de l'interaction gravitationnelle |  |
| <input type="checkbox"/> de l'interaction électrostatique | |
| <input type="checkbox"/> de l'interaction forte | |

- ✗ Des noyaux sont isotopes s'ils ont :

| |
|--|
| <input type="checkbox"/> même symbole, même numéro atomique Z, mais des nombres de masses A différents |
| <input type="checkbox"/> des symboles différents mais un nombre de masse A identique. Par exemple $^{14}_7\text{N}$ et $^{14}_6\text{C}$. |
| <input type="checkbox"/> même symbole, même numéro atomique Z, mais des nombres de neutrons différents |



Activité 2 : de l'atome à la radioactivité.

Rédiger en quelques phrases ce qu'est la radioactivité.

Two red dots are visible in the empty box, likely serving as bullet points for the student's response.



Activité 3 : Que deviennent alors les noyaux instables ?

Les noyaux instables se transforment en noyaux plus stables après expulsion soit

- ✗ d'un **noyau d'hélium**, c'est la **radioactivité α** ;
- ✗ d'un **électron**, c'est la **radioactivité β^-** ;
- ✗ d'un **positon**, c'est la **radioactivité β^+** .

En physique nucléaire, on note :

| | |
|--|---|
| ^1_0n un neutron | Le positon est l'antiparticule de l'électron, de même masse et de charge élémentaire positive. Ces trois types d'émission s'accompagnent généralement de l'émission d'un rayonnement électromagnétique de très courte longueur d'onde, le rayonnement γ . |
| ^1_1p un proton | |
| $^0_{-1}\text{e}$ un électron | |
| ^0_1e un positon | |
| ^4_2He une particule α | |


Au cours d'une réaction nucléaire, il y a conservation du nombre de protons Z et conservation du nombre de nucléons A (*lois de Soddy*).


Une réaction nucléaire peut-être modélisée par une équation qui obéit aux lois de conservation.


Dans une chaîne de désintégration, le noyau instable appelé « père » atteint la stabilité par une succession de désintégrations. Chaque étape est caractérisée par un état intermédiaire correspondant à un radionucléide appelé « fils » de l'élément père.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Cha%C3%AEne_de_d%C3%A9sint%C3%A9gration

- En utilisant les informations ci-dessous, écrire les équations modélisant les trois types de réactions nucléaires.
- Les lois de Soddy sont-elles respectées ?


 L'uranium 238, $^{238}_{92}\text{U}$, est radioactif α et se transforme en thorium 234, $^{234}_{90}\text{Th}$.

 Le thorium 234, $^{234}_{90}\text{Th}$, est radioactif β^- et se transforme en protactinium 234, $^{234}_{91}\text{Pa}$.

 L'iode 122, $^{122}_{53}\text{I}$, est radioactif β^+ et se transforme en tellure 122, $^{122}_{52}\text{Te}$.



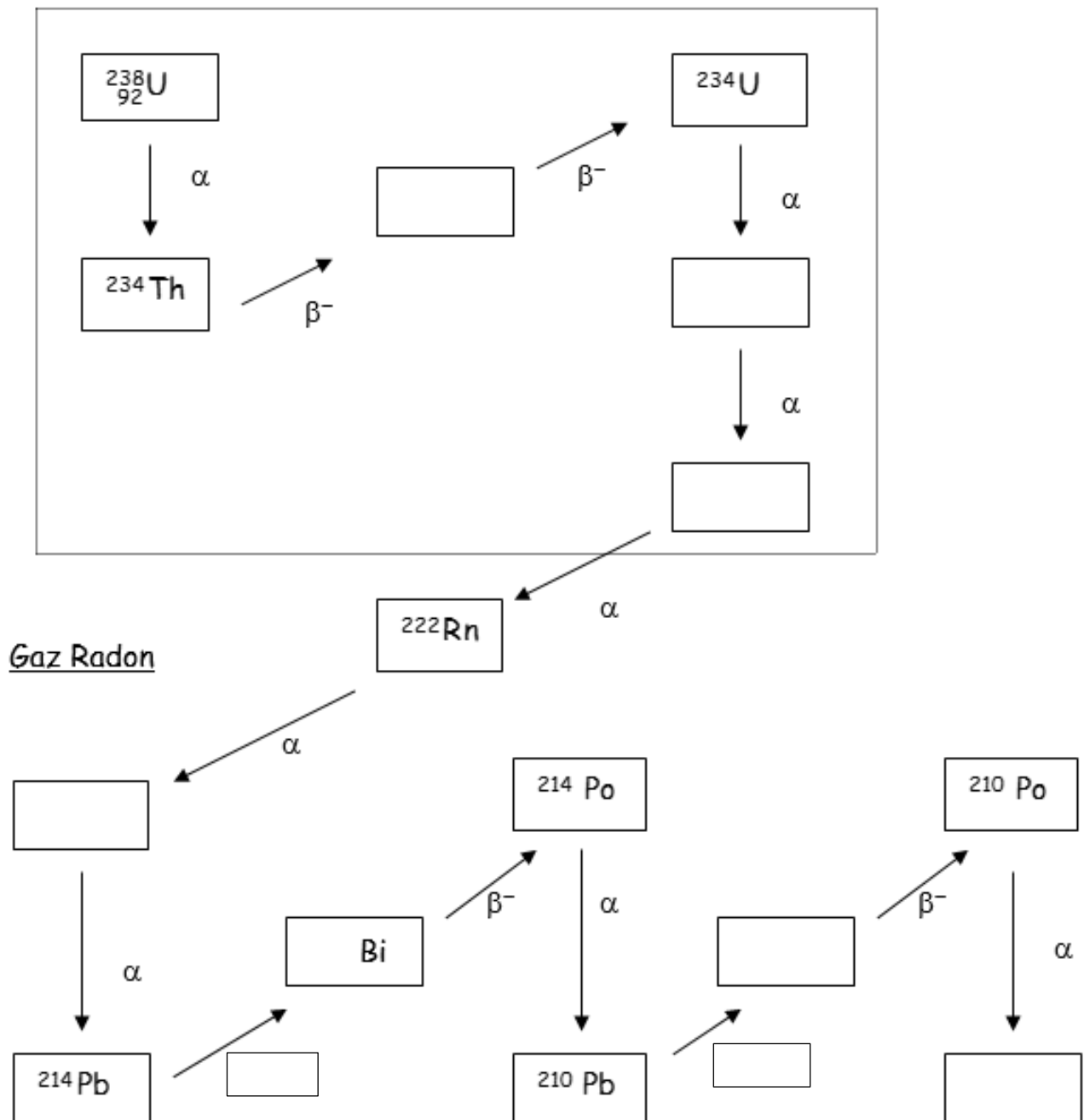
Activité 4 : La famille radioactive de l'uranium 238.

 À l'aide de la classification périodique de votre livre (Rabat VI), compléter le diagramme de la famille de l'uranium $^{238}_{92}\text{U}$ en appliquant les lois de conservation.

➡ Préciser le nombre de protons et le nombre de nucléons pour chaque noyau. Indiquer le type de désintégration si elle ce n'est pas précisé.

 Quel est le dernier descendant de la famille de l'uranium 238 ?

L'URANIUM 238 ET SES DESCENDANTS
(FAMILLE RADIOACTIVE NATURELLE DE L'URANIUM 238) :



Projet : Marie Curie

La radioactivité est une réaction dite nucléaire car elle concerne le noyau de l'atome par opposition aux réactions chimiques qui ne concernent que le cortège électronique sans modifier le noyau.