

**DS n°5 : Réactions nucléaires - Dissolution d'un solide ionique ( 2 h)****EXERCICE n°1 LA DECOUVERTE DE LA RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE (6 points)  
Antilles Guyane 2007 (durée conseillée : 40 min)**

Le but de cet exercice est d'analyser quelques aspects du contenu scientifique du texte ci-dessous.

*C'est vers 1932 que le couple de physiciens français Frédéric Joliot et Irène Curie commence à utiliser, pour ses recherches, une source de particules alpha émises spontanément par le polonium, un élément naturellement radioactif. Grâce à elle, ils peuvent provoquer des réactions nucléaires dans les atomes des éléments.*

*Les Joliot-Curie, avec cette source de particules alpha, bombardent des éléments et analysent les réactions nucléaires produites. Ils remarquent que des éléments légers, en particulier l'aluminium et le bore, éjectent parfois un neutron.*

*Mais ils observent également un autre phénomène, parfaitement inattendu : « la matière irradiée, notent-ils, conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules alpha, radioactivité se manifestant par l'émission de positons ». Ainsi, une feuille d'aluminium irradiée émet un rayonnement dont l'intensité décroît exponentiellement en fonction du temps avec une demi-vie de 3 minutes 15 secondes. Un résultat analogue est obtenu avec du bore irradié, mais la demi-vie est différente : 14 minutes. La seule explication possible, c'est que l'aluminium et le bore, éléments naturellement stables, sont devenus radioactifs.*

*Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle, par la création d'un élément instable et sa désintégration spontanée. Ils proposent une réaction probable : le noyau d'aluminium, contenant 13 protons et 14 neutrons, aurait capturé une particule alpha et aurait immédiatement réémis un neutron. L'aluminium se serait alors transmuté en un isotope instable du phosphore, composé de 15 protons et de 15 neutrons. Puis le phosphore radioactif se serait à son tour désintégré en silicium stable (14 protons, 16 neutrons), en émettant un positon.*

Extrait tiré de : « Les grandes expériences scientifiques » de Michel Rival (Éditions du Seuil)

**1. LA SOURCE DE PARTICULES ALPHA UTILISEE PAR LES JOLIOT-CURIE**

Le texte indique que les Joliot-Curie ont utilisé le polonium, élément naturellement radioactif, comme source de particules alpha.

- 1.1. Définir un noyau radioactif.
- 1.2. Qu'est-ce qu'une particule alpha ?
- 1.3. L'écriture de l'équation d'une réaction nucléaire utilise la notation  ${}^A_ZX$  où X est le symbole de l'élément envisagé. Préciser ce que représentent A et Z.
- 1.4. À l'aide du tableau de données ci-dessous, écrire l'équation de la réaction nucléaire pour une émission alpha du polonium 210 dont le noyau est caractérisé par  ${}^{210}_{84}\text{Po}$ .

Notation ${}^A_ZX$ pour quelques noyaux	${}^{208}_{80}\text{Hg}$ Hg : mercure	${}^{206}_{82}\text{Pb}$ Pb : plomb	${}^{214}_{86}\text{Rn}$ Rn : radon	${}^{212}_{88}\text{Ra}$ Ra : radium
---	--	--	--	---

## 2. LA RÉACTION PROBABLE PROPOSÉE PAR LES JOLIOT-CURIE

- 2.1. Donner la notation  ${}^A_ZX$  du noyau de phosphore (de symbole P) évoqué dans le texte.
- 2.2. À l'aide du texte et des lois de conservation (ou lois de Soddy), recopier et compléter l'équation de la réaction nucléaire rendant compte de la transmutation de l'aluminium en un isotope instable du phosphore :



- 2.3. À propos des isotopes.

2.3.1. Quand dit-on que deux noyaux sont isotopes ?

2.3.2. Trouver dans le tableau de données ci-dessous un autre isotope du phosphore que celui évoqué dans le texte.

Notation ${}^A_ZX$ pour quelques noyaux	${}^{15}_5\text{B}$	${}^{31}_{15}\text{P}$	${}^{30}_{16}\text{S}$	${}^{75}_{30}\text{Zn}$
---	---------------------	------------------------	------------------------	-------------------------

- 2.4. Radioactivité du phosphore.

2.4.1. Traduire par l'écriture d'une équation de réaction nucléaire la dernière phrase du texte, soit : « *Puis le phosphore radioactif se serait à son tour désintégré en silicium stable (14 protons, 16 neutrons), en émettant un positon* ».

Donnée : symbole du silicium : Si.

2.4.2. De quelle type de radioactivité s'agit-il ?

2.4.3. Lorsqu'un noyau de phosphore se désintègre, un proton du noyau se transforme en un neutron et un positon (ou positron). En utilisant les notations  ${}^1_1\text{p}$ ,  ${}^1_0\text{n}$  et  ${}^0_{+1}\text{e}$ , écrire l'équation de cette transformation.

## 3. L'ASPECT ÉNERGÉTIQUE DU BORE IRRADIÉ

La réaction nucléaire envisagée est celle qui donne naissance à l'azote 13 après irradiation du bore 10 par une source de particules alpha. Son équation est :



Masse de certains noyaux ou particule ( $u$ )	${}^{10}_5\text{B}$	${}^4_2\text{He}$	${}^{13}_7\text{N}$	${}^1_0\text{n}$
	10,010194	4,001506	13,001898	1,008655

1 unité de masse atomique notée  $u$  correspond à  $1,66054 \cdot 10^{-27}$  kg

célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>

1 eV =  $1,60218 \cdot 10^{-19}$  J

- 3.1. Énoncer la relation d'équivalence masse-énergie.
- 3.2. En utilisant le tableau de données, vérifier que la variation de masse  $\Delta m$  au cours de la réaction nucléaire ci-dessus est :  $\Delta m = -1,147000 \cdot 10^{-3} u$ .
- 3.3. Bilan énergétique.
- 4.3.1. Exprimer la variation d'énergie de masse  $\Delta E$  au cours de cette réaction nucléaire.
- 4.3.2. Calculer sa valeur successivement en J puis en MeV.
- 4.3.3. De l'énergie est-elle libérée au cours de la réaction ? Justifier la réponse.

**EXERCICE n°2 : Préparation d'une solution (8 points) (durée conseillée : 30 min)**

Un technicien doit préparer 100 mL d'une solution contenant une concentration massique en ions chlorure de 7,1 g.L<sup>-1</sup>. Il dispose uniquement de chlorure de calcium dihydraté (formule : CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O) qui se présente sous forme solide et de l'ensemble de la verrerie usuelle de laboratoire. Ne voulant pas faire d'erreurs, le technicien vous demande de l'aider.

**Détailler le protocole expérimental que le technicien doit suivre, en faisant apparaître :**

1. l'ensemble de votre raisonnement
2. la liste du matériel à utiliser
3. les calculs éventuels.

Données en g.mol<sup>-1</sup> : M (H) = 1,0 ; M (O) = 16,0 ; M (Ca) = 40,1 ; M (Cl) = 35,5

**EXERCICE n°3 : Exercice de synthèse (6 points) (durée conseillée : 40 min)**

**A partir des documents fournis et de vos connaissances, retracer l'historique de la construction d'une bombe nucléaire. Vous préciserez le contexte historique d'émergence et la contribution des acteurs principaux.**

Pour cela, vous ferez un rappel historique en 15 lignes maximum sur la découverte de la radioactivité naturelle, de la radioactivité artificielle et de la fission nucléaire en précisant les différences fondamentales entre ces trois phénomènes. Vous indiquerez notamment l'équation nucléaire régissant le fission de l'uranium.

En conclusion, vous émettrez un avis argumenté sur le titre de l'émission d'ARTE « Lise Meitner, mère de la bombe atomique ».



*Hiroshima avant et après le 6 août 1945*

Le 26 février 1896, le physicien français Henri BECQUEREL (1852-1908) tente d'exciter la fluorescence de sels d'uranium en les exposant au rayonnement solaire, dans l'espoir d'impressionner par la suite une plaque photographique. Ne pouvant faire ses expériences à cause des nuages, il range les sels précédemment exposés dans un tiroir avec ses plaques photographiques neuves. Quatre jours plus tard, lorsqu'il développe ces plaques, elles sont impressionnées. H. BECQUEREL vient ainsi de découvrir un rayonnement invisible dont les effets sont similaires aux rayons X : il les nomme « rayons uraniques ».



1896

La physicienne franco-polonaise Marie CURIE (1867-1934) et son mari le physicien français Pierre CURIE (1859-1906) se consacrent à l'étude du rayonnement découvert par H. BECQUEREL. Ils montrent que d'autres composés sont susceptibles d'émettre un rayonnement identique à celui des sels uraniques. Ils nomment « polonium » (en référence au pays d'origine de Marie CURIE) et « radium » les éléments chimiques qu'ils découvrent. C'est également à eux que l'on doit le terme « radioactivité ». Leurs travaux leur vaudront le prix Nobel de chimie, en 1903, qu'ils partageront avec Henri BECQUEREL.



1898

Le physicien britannique Ernest RUTHERFORD (1871-1937) découvre que la radioactivité est due soit à des émissions de particules chargées, nommées particules alpha ( $\alpha$ ) ou bêta ( $\beta$ ), soit à l'émission de rayons, nommés rayons gamma ( $\gamma$ ), très énergétiques, non chargés et de même nature que la lumière et que les rayons X. Ces rayons gamma viennent d'être mis en évidence, en 1900, par le physicien français Paul VILLARD (1860-1934). E. RUTHERFORD réussira la toute première transmutation artificielle : lors de la radioactivité, il y a transformation du noyau d'un élément en noyau d'un autre élément. Le rêve des alchimistes devient réalité. Les travaux de E. RUTHERFORD lui valurent le prix Nobel de chimie en 1908.



1902

En travaillant sur la radioactivité naturelle, les physiciens et chimistes français Irène JOLIOT-CURIE (1897-1956) et Frédéric JOLIOT-CURIE (1900-1958) découvrent la radioactivité artificielle en irradiant du bore ou de l'aluminium avec des particules alpha. Le phénomène de radioactivité artificielle consiste à transformer un noyau stable en noyau radioactif. Ils obtiennent conjointement l'année suivante le prix Nobel de chimie. Leurs études et celles du physicien italien Enrico FERMI (1901-1954) sur les impacts de neutrons sur les noyaux lourds ouvriront la voie de la découverte de la fission nucléaire.



1934

Document 1 : historique de la radioactivité

$^{235}_{92}\text{U}$	$^{238}_{92}\text{U}$	$^{92}_{36}\text{Kr}$	$^{141}_{56}\text{Ba}$
U : Uranium	U : Uranium	Kr: Krypton	Ba: Baryum

Document 2: Notation  $^A_Z\text{X}$  pour quelques noyaux

### Document 3 : Découverte de la fission

À la suite de la découverte du neutron par James Chadwick en 1932, l'idée se propagea dans la communauté scientifique que des éléments plus lourds que l'uranium (le plus lourd des éléments rencontrés sur Terre à l'état naturel) pouvaient être produits en laboratoire. Ce fut le départ d'une course effrénée entre les différentes équipes de physique nucléaire : les groupes d'Ernest Rutherford (Royaume-Uni), Irène Joliot-Curie (France), Enrico Fermi (Italie), Otto Hahn et Lise Meitner (Allemagne), se lancèrent dans la compétition. L'enjeu, tel qu'il était alors perçu, n'était autre que l'honneur d'être les premiers à produire ces éléments inconnus, et l'espoir de voir un tel résultat récompensé par un prix Nobel. Personne n'envisageait à ce moment de possible application pour ces recherches.

Lorsque Lise Meitner fut contrainte de fuir l'Allemagne en 1938, elle poursuivit sa collaboration avec Otto Hahn par correspondance. Les deux scientifiques se rencontrèrent clandestinement à Copenhague en novembre 1938, afin de planifier une nouvelle série d'expériences. De retour à Berlin, Hahn réalisa ces expériences difficiles avec Fritz Strassmann ; ils mirent en évidence la présence de baryum parmi les éléments produits suite au bombardement de l'uranium avec des neutrons. Ils envoyèrent le manuscrit exposant ces observations à la revue *Naturwissenschaften* en décembre 1938. Simultanément, ils envoyèrent une lettre à Lise Meitner pour lui faire part de leurs résultats expérimentaux. Étant donnée la situation politique, Lise Meitner ne pouvait figurer comme coauteur de la publication, malgré son rôle majeur dans le déroulement de ces recherches.

La possibilité que l'uranium se brise en éléments plus légers sous l'effet d'un bombardement de neutrons avait été suggérée plusieurs années auparavant, notamment par Ida Noddack en 1934. La première explication théorique de ce phénomène fut apportée par Lise Meitner et son neveu Otto Frisch en février 1939, en employant le modèle de la goutte liquide de Niels Bohr pour décrire le noyau atomique. Ils expliquèrent comment le noyau d'uranium peut se scinder en deux parties, un noyau de baryum et un de krypton, tout en éjectant plusieurs neutrons et une grande quantité d'énergie. Ces prédictions furent confirmées expérimentalement par Frisch. Ils purent également expliquer pour quelle raison aucun élément plus lourd que l'uranium n'existe à l'état naturel : avec l'augmentation du nombre de protons, la répulsion coulombienne devient si forte qu'elle l'emporte sur l'attraction de la force nucléaire qui lie les nucléons entre eux.

Peu après la découverte de la fission, la communauté scientifique prit conscience de la possibilité de produire une réaction en chaîne pouvant libérer une quantité d'énergie colossale. L'éventualité d'une application militaire apparut alors ; dans le contexte du début de la Seconde Guerre mondiale, il fut décidé de cesser toute publication concernant la fission nucléaire. Poussés par la peur que les Allemands ne développent une arme nucléaire, les physiciens Leó Szilárd, Edward Teller et Eugene Wigner persuadèrent Albert Einstein d'utiliser sa célébrité pour attirer l'attention du président américain Franklin Roosevelt sur ce sujet. Ceci déclencha le projet Manhattan, qui fut développé à Los Alamos et aboutit à la mise au point de l'arme nucléaire employée pour détruire Hiroshima et Nagasaki en 1945. De son côté, Lise Meitner refusa l'offre de participer au projet à Los Alamos en disant qu'elle ne voulait avoir rien à faire avec une bombe.

Extrait de WIKIPEDIA

**Document 4 : Lise Meitner, mère de la bombe atomique**

Les travaux scientifiques de Lise Meitner auraient dû lui valoir le prix Nobel. Née en 1878, devenue en 1906 la deuxième femme docteur de l'université de Vienne, elle obtient l'autorisation de travailler à Berlin aux côtés de Max Planck à une époque où les laboratoires prussiens étaient interdits aux femmes. C'est là qu'elle rencontre le chimiste Otto Hahn, son ami et collaborateur de toute une vie. Spécialiste de la radioactivité, le tandem gagne une reconnaissance internationale. Mais malgré sa notoriété, la physicienne d'origine juive doit quitter l'Allemagne en 1938, échappant de justesse aux persécutions.

C'est depuis son exil suédois qu'elle aide Otto Hahn à comprendre et à théoriser la fission nucléaire. Une découverte cruciale qui vaudra à ce dernier le prix Nobel de chimie en 1944. Sexisme ou antisémitisme ? Lise Meitner n'est pas même mentionnée.

ARTE samedi 08 mars à 12h25 (52 min)

**Document 5 : Explosion par fission ou « bombes A »**

Une explosion nucléaire par fission pure est la première étape, à la fois historiquement, et dans la conception des bombes à étage.

Les bombes à fission (sans étage) furent les premières à être développées et sont communément appelées « bombes atomiques ». Elles se fondent sur le de la fission nucléaire et utilisent des éléments fissiles comme l'uranium 235 et le plutonium 239.

Pour obtenir une explosion nucléaire, il est nécessaire de déclencher une réaction nucléaire en chaîne. Pour cela, il faut avoir une quantité suffisante de matière fissile, c'est la masse critique. La masse critique d'une sphère de matériau pur (non modéré) en l'absence de réflecteur est d'environ 50 kilogrammes pour l'uranium 235 et de 10 kilogrammes pour le plutonium 239 <sup>1</sup>. Cependant, la masse critique nécessaire diminue quand le matériau est entouré de réflecteurs neutroniques, ou quand sa densité est fortement augmentée (par une explosion conventionnelle).

Pour contrôler le moment de l'explosion, la matière fissile est séparée en deux ou assemblée sous une forme de sphère creuse. Ainsi la masse critique ne peut pas être atteinte spontanément et il n'y a donc aucun risque de fission nucléaire intempestive. Le détonateur est un explosif conventionnel qui va rassembler et/ou comprimer la matière fissile, augmenter sa densité et déclencher la réaction en chaîne. Une fois cette masse critique rassemblée, la réaction en chaîne est déclenchée. Dans certains cas, la réaction en chaîne est également « dopée » par une source de neutrons extérieure à la matière fissile.

Alors, les noyaux de la matière fissile se scindent (fissionnent) et libèrent des neutrons. Ces derniers percutent d'autres noyaux de matière fissile, qui à leur tour libèrent des neutrons et ainsi de suite. La réaction en chaîne est déclenchée et le réactif produit une énergie colossale par rapport à ce que produiraient des réactions chimiques dans une même quantité de matière (plusieurs millions de fois plus).

Extrait de WIKIPEDIA

**1. La source de particules alpha utilisée par les Joliot-Curie**

1.1 Un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre spontanément en un autre noyau avec émission de rayonnement et de particules. /0,5

1.2 Une particule alpha est un noyau d'hélium de symbole :  ${}^4_2\text{He}$  /0,25

Le noyau  ${}^4_2\text{He}$  contient 2 protons ( $Z = 2$ ) et 2 neutrons ( $A - Z = 4 - 2 = 2$ )

1.3 A est le nombre de nucléons appelé aussi nombre de masse. Il indique le nombre de protons additionné du nombre de neutrons. /0,25

Z est le numéro atomique appelé aussi nombre de charge. Pour un noyau, il indique le nombre de protons qu'il contient. /0,25

1.4 En utilisant les lois de conservations du nombre de nucléons A et du nombre de charge, il vient :

$${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{X}$$

avec :  $210 = 4 + A \Leftrightarrow A = 206$   
 $84 = 2 + Z \Leftrightarrow Z = 82$  il s'agit de l'élément Pb.

finalement :  ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{206}_{82}\text{Pb}$  /0,5

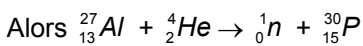
**2. La réaction probable proposée par les Joliot-Curie**

2.1. Le noyau de l'atome de phosphore est "composé de 15 protons et de 15 neutrons." donc  $Z = 15$  et  $A = 15 + 15 = 30$ .

Le symbole du noyau de phosphore est  ${}^{30}_{15}\text{P}$  /0,25

2.2. Le noyau de l'atome de d'aluminium est "composé de 13 protons et de 14 neutrons" donc  $Z = 13$  et  $A = 13 + 14 = 27$ .

Le symbole du noyau d'aluminium est  ${}^{27}_{13}\text{Al}$



On vérifie les lois de conservation :  $27 + 4 = 1 + 30$   
 $13 + 2 = 0 + 15$  /0,5

2.3.1. Deux noyaux isotopes ont même nombre de protons (même Z) mais des nombres de neutrons différents (donc A différents). /0,25

2.3.2. Un autre isotope du phosphore  ${}^{30}_{15}\text{P}$  est le phosphore 31,  ${}^{31}_{15}\text{P}$  car  $Z = 15$  pour les deux noyaux mais ces deux noyaux diffèrent par leur nombre de neutrons, 15 pour  ${}^{30}_{15}\text{P}$  et 16 pour  ${}^{31}_{15}\text{P}$ . /0,25

2.4.1 Le noyau stable de silicium est composé de 14 protons et de 16 neutrons, donc  $Z = 14$  et  $A = 14 + 16 = 30$ .

Le symbole du noyau de silicium est  ${}^{30}_{14}\text{Si}$ .

Le symbole d'un positon est  ${}^0_1\text{e}$ .

L'équation nucléaire s'écrit alors  ${}^{30}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^0_1\text{e}$  /0,5

On vérifie les lois de conservation :  $30 = 30 + 0$   
 $15 = 14 + 1$

2.4.2. Il s'agit d'une radioactivité  $\beta^+$  car il y a émission d'un positon. /0,25

2.4.3. équation  ${}^1_1\text{p} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_1\text{e}$  /0,25

On vérifie les lois de conservation :  $1 = 1 + 0$   
 $1 = 0 + 1$

### 3. L'aspect énergétique du bore irradié

3.1. Loi équivalence masse – énergie : L'énergie de masse E d'une particule au repos est égale au produit de la masse de la particule par le carré de la célérité de la lumière dans le vide.

$$E = m.c^2$$

Avec E en J  
m en kg  
c en m.s<sup>-1</sup>.

/0,5

3.2. remarque : ne pas confondre la variation de masse  $\Delta m$  indiquée ici ( $< 0$ , toute réaction nucléaire s'accompagne d'une perte de masse) avec le défaut de masse (positif par définition).

$$\begin{aligned} \Delta m &= m_{\text{finale}} - m_{\text{initiale}} = \sum m(\text{produits}) - \sum (\text{réactifs}) \\ \Delta m &= m({}^{13}_7\text{N}) + m({}_0^1n) - m({}^{10}_5\text{N}) - m({}_2^4\text{He}) \\ &= 13,001898 + 1,008655 - 10,010194 - 4,001506 \\ \Delta m &= -1,147000.10^{-3} \text{ u} \end{aligned}$$

/0,5

3.3.1. D'après 3.1. on a  $\Delta E = \Delta m . c^2$

/0,25

3.3.2. Attention : Pour calculer  $\Delta E$  en J, il faut convertir  $\Delta m$  en kg.

$$\begin{aligned} \Delta m &= -1,147000.10^{-3} \text{ u} = -1,147000.10^{-3} \times 1,66054.10^{-27} = -1,904639.10^{-30} \text{ kg (valeur stockée en mémoire)} \\ \Delta E &= -1,904639.10^{-30} \times (3,00.10^8)^2 = -1,71.10^{-13} \text{ J (valeur stockée en mémoire)} \\ \Delta E &= -1,71.10^{-13} / 1,60218.10^{-19} = -1,07.10^6 \text{ eV} = -1,07 \text{ MeV.} \end{aligned}$$

/0,5

3.3.3. Comme  $\Delta E$  est négatif de l'énergie est libérée par le système au cours de la réaction nucléaire. /0,25

### EXERCICE II. Préparation d'une solution (8 points) grille de correction

compétences	Critère d'évaluation		Points
S'approprier l'information	Comprendre la problématique		/1
Analyser / Valider	Choisir et utiliser un modèle adapté (mettre en lien les phénomènes, les concepts utilisés et le langage mathématique qui peut les décrire)	Équation de dissolution	/1
		concentration réelle en ions	/1
		relation entre concentration massique et concentration molaire	/1
		relation entre masse et quantité de matière	/1
		calcul d'une masse molaire	/0,5
communiquer	Rendre compte de façon écrite (de manière synthétique et structurée, en utilisant un vocabulaire adapté, une langue correcte et précise)		/1
	Proposer un protocole de dissolution		/1,5



**EXERCICE III. EXERCICE DE SYNTHÈSE (6 points)**  
**grille de correction**

Points clés de la notation :

- 1 point pour la découverte et l'explication de la radioactivité naturelle
- 1 point pour la découverte et l'explication de la radioactivité artificielle (irradiation par particule alpha)
- 1 point pour la fission nucléaire (bombardement de neutrons)
- 1 point pour l'équation de fission de l'uranium (parfois, il manque le neutron incident donc 1/2 point)
- 1 point pour le contexte historique
- 1 point pour l'argumentation lors de la conclusion (quelle que soit la réponse à la question posée)

exemple de synthèse :

Au cours de la seconde guerre mondiale, une course contre la montre s'est engagée entre l'Allemagne nazie et les forces alliées afin de mettre au point une arme atomique. L'idée de la faisabilité d'une telle arme destructrice a émergé suite à quelques découvertes essentielles.

Pierre et Marie Curie obtinrent le prix nobel de physique en 1903 conjointement avec Henry Becquerel pour la découverte de la radioactivité naturelle. Alors que Becquerel a mis en évidence que des sels d'uranium émettent spontanément un rayonnement, Pierre et Marie Curie montrent que le Polonium et le Radium ont un comportement similaire. Ils attribuent le terme de radioactivité à ce phénomène. Ernest Rutherford compléta les travaux précédents en attribuant la radioactivité à une émission de particule alpha ou bêta ou à l'émission d'un rayonnement gamma. Il réussit par ailleurs la première transmutation artificielle, en transformant un noyau d'un élément en un noyau d'un autre élément.

Irène et Frédéric Joliot Curie montrent la possibilité de créer artificiellement des noyaux radioactifs, en bombardement un noyau stable avec des particules alpha.

La fission nucléaire consiste également à bombarder un noyau, mais avec des neutrons. Le but initial était de créer des noyaux plus lourds que l'uranium. Cependant, les expériences réalisées par Otto Hahn et Fritz Straumann mirent en évidence la présence de baryum suite au bombardement de l'uranium avec des neutrons. L'explication théorique fut donnée par Lise Meitner qui modélisa la réaction de fission nucléaire de l'uranium :



La réaction de fission libère une grande quantité d'énergie. Dans les bombes atomiques, les neutrons émis percutent à leur tour d'autres atomes de matière fissile ce qui provoque une réaction en chaîne et produit une quantité colossale d'énergie.

Lise Meitner peut être considérée comme la mère de la bombe atomique car elle a posé les fondements théoriques à la compréhension du phénomène de fission. Cependant, le contexte géopolitique de la seconde guerre mondiale et la capacité des américains à mobiliser d'énormes moyens (financiers et scientifiques) à travers le projet Manhattan ont également eu une importance considérable dans la fabrication de la bombe A.