

# Fission nucléaire

## production d'électricité

### I) Energie de liaison $E_{lZ,A}$ d'un noyau ${}^A_ZX$ :

#### 1) Définition de l'énergie de liaison :

C'est l'énergie qui correspond à la différence de masse entre, la masse du  $M_{Z,A}$  du noyau  ${}^A_ZX$  et la masse des  $Z$  protons ainsi que des  $A-Z$  neutrons qui constituent le noyau pris séparément. C'est aussi l'énergie dégagée lors de la formation d'un noyau à partir de ses nucléons ( $Z$  protons et  $[A-Z]$  neutrons) pris séparément et au repos.

C'est aussi l'énergie à fournir pour casser le noyau de ses différents nucléons.

#### 2) Expression de l'énergie de liaison :

$$E_{lZ,A} = \Delta m c^2 = [M_{Z,A} - Zm_p - (A-Z)m_n]c^2$$

$m_p$  : masse d'un proton

$m_n$  : masse d'un neutron

$M_{Z,A}$  : masse du noyau  ${}^A_ZX$

#### 3) Energie de liaison dans le cas d'un neutron et d'un proton:

Neutron :  ${}^1_0n$

On a donc  $Z=0$

Et  $A=1$

Si on applique la formule précédente on trouve :

$$E_{lZ,A} = [m_n - 0 m_p - (1-0) m_n]c^2 = (m_n - m_n)c^2$$

$E_{lZ,A} = 0$  pour un neutron

Proton :  ${}^1_1p$

On a donc  $Z=1$

$A=1$

Si on applique la formule précédente :

$$E_{lZ,A} = [m_p - 1 m_p - (1-1) m_n]c^2 = (m_p - m_p)c^2$$

$E_{lZ,A} = 0$  pour un proton

### II) Fission nucléaire :

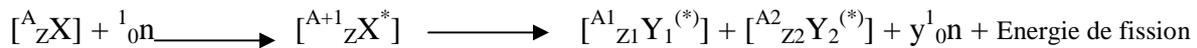
#### 1) Principe de la fission nucléaire :

##### Définition :

La fission est une réaction nucléaire provoquée au cours de laquelle un noyau lourd éclate, généralement en deux fragments sous l'impact d'un neutron.

La fission nucléaire a lieu lorsqu'un noyau lourd capture une autre particule, le plus souvent un neutron, et que le noyau composé formé se désintègre. La désintégration de l'Uranium 235 est la réaction de fission la plus connue.

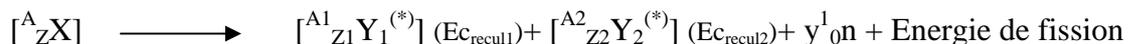
Equation ou schéma nucléaire de la fission induite par un neutron :



(*énergie = 200 MeV pour  ${}^{235}_{92}U$* )

Le noyau peut aussi se désintégrer sans absorption préalable d'une particule, on parle alors de **fission spontanée**. Mais celle-ci n'est possible que dans le cas de noyaux extrêmement lourds.

Equation ou schéma nucléaire de la fission spontanée :



Il existe une multitude de couples de produits de fission ( ${}^{A1}_{Z1}Y_1^{(*)}$ ,  ${}^{A2}_{Z2}Y_2^{(*)}$ ) tels que :

$$A_1 + A_2 + y = A \quad \text{et} \quad Z_1 + Z_2 = Z$$

### Remarque :

La fission nucléaire est réalisée dans :

- La bombe A (fission non contrôlée).
- Les réacteurs nucléaires (fission contrôlée) où l'énergie est utilisée pour produire de l'électricité.

## 2) Fonctionnement d'un réacteur nucléaire utilisant le processus de fission nucléaire :

Une centrale nucléaire utilise l'énergie libérée par des réactions nucléaires pour produire la vapeur d'eau qui entraînera la turbine. Il existe plusieurs familles de réacteurs nucléaires, mais la plus répandue est celle des réacteurs à « eau sous pression » ou REP.

Dans un REP, le combustible est de l'uranium enrichi utilisé sous forme de pastilles. Ces **pastilles d'uranium** sont enfermées dans des **crayons** qui sont des gaines métalliques étanches mais perméables aux neutrons. Rassemblés **en fagots**, ces crayons composent les **assemblages de combustibles**. Plusieurs assemblages forment le **cœur du réacteur**.

Au cœur du réacteur, la réaction de fission est contrôlée à l'aide de **barres de commandes** mobiles qui absorbent les neutrons. En cas d'incident, elles chutent automatiquement dans le cœur, stoppant presque aussitôt la réaction.

Le cœur du réacteur est placé dans une cuve métallique étanche où de **l'eau sous pression** circule entre les crayons de combustibles, ralentissant les neutrons émis. Cette eau est chauffée par les réactions de fissions nucléaires successives, puis elle circule dans un **générateur de vapeur** où elle transforme **l'eau d'un deuxième circuit en vapeur d'eau**. Cette vapeur entraîne ensuite une **turbine** qui reliée à un **alternateur** produira l'électricité. Cette vapeur redevient ensuite liquide en traversant le **condenseur** qui est lui-même refroidi par l'eau d'une rivière (3<sup>e</sup> circuit) ou par des aéroréfrigérants (grandes cheminées en béton).

### 3) Bilan énergétique de la fission nucléaire :

#### a) Expression des énergies de liaison :

$$E_{\text{liaisoninitiale}} = A \frac{E_{\text{IZ},A}}{A}$$

$$E_{\text{liaisonfinale}} = A_1 \frac{E_{\text{IZ1},A1}}{A_1} + A_2 \frac{E_{\text{IZ2},A2}}{A_2} + y(E_{\text{IO},1} = 0)$$

Remarque :

Les tables donnent l'énergie de liaison par nucléon soit la valeur de  $\frac{E_{\text{IZ},A}}{A}$ . C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de multiplier ces valeurs par le nombre de nucléons A, A<sub>1</sub> ou A<sub>2</sub> ... pour obtenir les énergies de liaisons. (voir formules ci-dessus)

#### b) Différence d'énergie :

$$\Delta E_{\text{liaison}} = A \frac{E_{\text{IZ},A}}{A} - \left( A_1 \frac{E_{\text{IZ1},A1}}{A_1} + A_2 \frac{E_{\text{IZ2},A2}}{A_2} \right)$$