

LE NOYAU

## I. introduction

### 1-le noyau :

Le noyau est un assemblage de particules massives, les **nucléons** : la masse d'un nucléon est plus de 1800 fois la masse d'un électron. Les nucléons se répartissent entre les **protons** qui portent une charge électrique positive et les **neutrons** qui ne sont pas chargés. Le nombre de protons d'un noyau détermine son espèce chimique (1 proton = hydrogène, 2 = hélium, 6 = carbone, etc.). On note **A**, le nombre de nucléons ou **masse atomique**, et **Z**, le nombre de protons ou **numéro atomique**.

Le noyau atomique est appelé nucléide on le symbolise par la lettre X.



- X = est le symbole du nucléide.
- Z= le nombre de protons = nombre de charges.
- A= le nombre de nucléons = nombre de masse.
- N =le nombre de neutrons.

### 2- rayon d'un noyau

On montre que le rayon nucléaire est donné par :

$$R = r_0 A^{1/3}$$

1,2 fermis <  $r_0$  < 1,4 fermis (1 fermi =  $10^{-15}$  m)

A= nombre de masse

## II. Nomenclature

selon le nombre de nucléons, on retrouve plusieurs familles de nucléides.

Isotopes : Noyaux ayant le même nombre de protons.

Isobares : Noyaux ayant le même nombre de masse A.

Isotones : Noyaux ayant le même nombre de neutrons.

Isomères : Noyaux ayant le même nombre de masse et le même numéro atomique, et sont dans des niveaux d'énergie différents.

Les isotopes	Même nombre de Protons Z donc même élément chimique.
. Les isobares	Même nombre de nucléons A.
Les isotones	Même nombre de Neutrons N.
Les isomères	Même Z et même A mais niveau d'énergie interne différent.

### Unité de masse atomique (uma)

À l'échelle atomique, l'unité internationale de la masse n'est pas adéquate, on lui préfère une autre échelle : l'unité de masse atomique.

l'unité de masse atomique notée (u. m. a), est définie comme étant la masse d'un douzième de la masse d'un atome de carbone.

$$1 \text{ (U.m.a)} = \frac{1}{12} \text{ de la masse d'un atome de } ({}^{12}_6\text{C})$$

### III. Défaut de masse d'un noyau-Energie de liaison

#### 1-défaut de masse.

La masse d'un noyau atomique au repos est toujours inférieure à la somme des masses des nucléons qui le constituent; Les nucléons étant pris séparément et au repos.

- Le noyau de symbole  ${}^A_Z\text{X}$  est constitué de Z protons et de A – Z neutrons.

-La masse des nucléons est  $Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n$ .

- La masse du noyau X est M, alors on aura :

$$M < Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n$$

- La quantité  $\Delta m = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n) - M$  est appelée le défaut de masse du noyau.

$m_p$  = masse du proton

$m_n$  = masse du neutron.

#### 2-énergie de liaison

A quoi correspond concrètement le défaut de masse ?

Il existe un lien direct entre le défaut de masse et la stabilité du noyau : cette masse « manquante », « perdue » est transformée en énergie qui lie les nucléons entre eux et assure ainsi la cohésion du noyau.

cette énergie de liaison  $E_L$  est donnée par :

$$E_L = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M) \cdot C^2$$

Ainsi la masse perdue par les nucléons lorsqu'ils sont assemblés pour former un noyau est intégralement convertie en énergie de liaison, *énergie qui maintient les nucléons liés entre eux*.

#### Remarque :

En pratique on utilise les masses atomiques plutôt que les masses NUCLEAIRES.

$$E_L = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M) \cdot C^2$$

$$E_L = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - (Mat - Z \cdot m_e)) \cdot C^2$$

$$E_L = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - Mat + Z \cdot m_e) \cdot C^2$$

$$E_L = (Z \cdot (m_p + m_e) + (A - Z) \cdot m_n - Mat) \cdot C^2$$

on a  $Mat(H) = (m_p + m_e)$  donc

$$E_L = (Z \cdot Mat(H) + (A - Z) \cdot m_n - Mat) \cdot C^2$$

$Mat(H)$  = masse atomique de l'hydrogène

#### 3- énergie de liaison par nucléon.

L'énergie de liaison par nucléon est un indice de la stabilité de l'assemblage de nucléons qui forme le noyau : plus l'énergie de liaison par nucléon est grande, et plus le noyau est lié.

- La connaissance de l'énergie de liaison par nucléon est très utile, car elle permet de comparer la stabilité des différents noyaux.
- L'énergie de liaison par nucléon  $E_{moy}$ , est le quotient de l'énergie de liaison par le nombre de nucléon du noyau elle est donnée par la relation :

$$E_{moy} = \frac{E_L}{A}$$

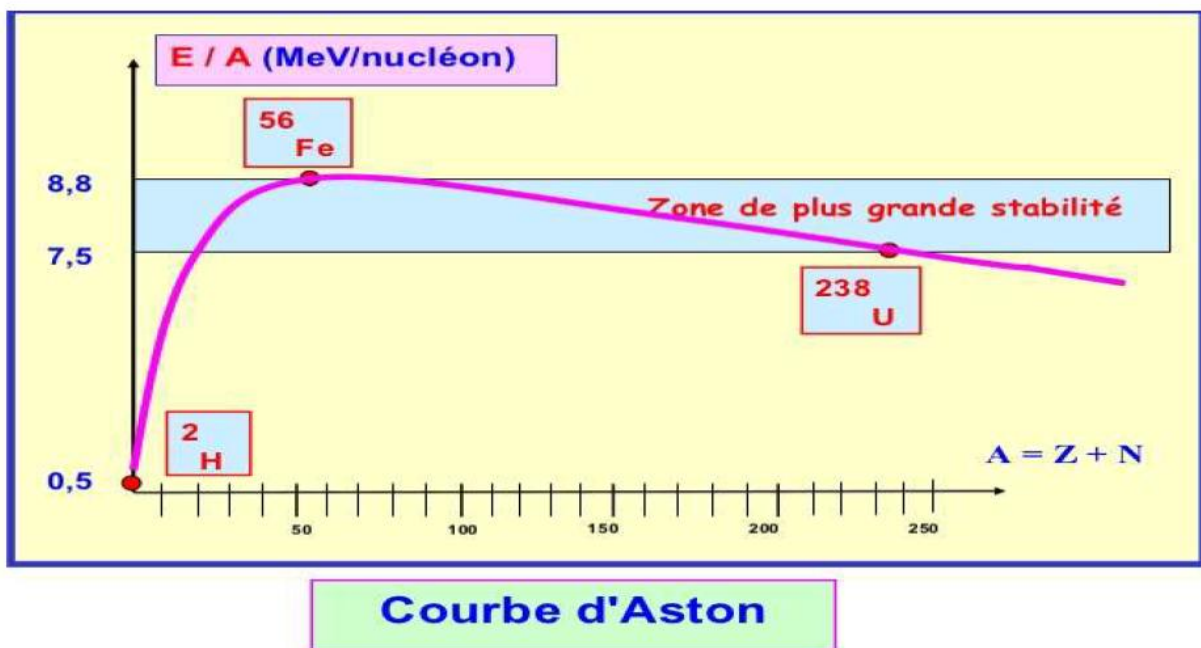
On l'exprime le plus souvent en Méga-électron-volt par nucléon : MeV / nucléon.

#### 4- Courbe d'Aston.

Cette courbe permet de comparer la stabilité des différents types de noyaux.

La courbe d'Aston est obtenue en traçant la courbe donnant l'énergie de liaison par nucléon  $E_{moy}$  en fonction du nombre de masse A. Cette courbe permet de comparer la stabilité des différents types de noyaux

On obtient la courbe suivante :



Les noyaux les plus liés sont ceux dont l'énergie de liaison par nucléon est la plus élevée (en valeur absolue). Ils sont situés dans la zone centrale .

- Le noyau de fer 56 est le plus stable car son énergie de liaison par nucléon est la plus élevée.
- Les noyaux les moins liés sont situés aux extrémités de la courbe d'Aston.

Les noyaux dont le nombre de masse compris :  $20 < A < 190$  ont une énergie de liaison par nucléon d'environ 8 MeV / nucléon ; Ce sont les plus stables.