Équivalence masse-énergie :

Pour Einstein en 1905, **un système au repos possède une énergie due à sa masse**, appelée **énergie de masse :**

Elle est définie par :

$$\boxed{E = m \times c^2} \quad \begin{cases} E : \text{énergie de masse (J)} \\ m : \text{masse (kg)} \\ c : \text{vitesse de la lumière dans le vide } (m.s^{-1}) \\ c = 3.0*10^8\ m.s^{-1} \end{cases}$$

Remarque :

Une conséquence importante de cette relation est que quand la masse d'un système va varier, alors son énergie va varier. Ainsi on a : $\Delta E = \Delta m \times c^2$

Donc **si la masse d'un système diminue**, son énergie diminue et ce **système fournie ainsi de l'énergie au milieu extérieur**.

Unité de masse u :

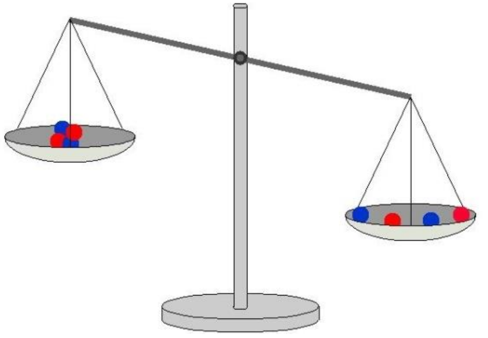
En physique nucléaire, on utilise généralement une **autre unité de masse**, appelée **unité de masse atomique**. Elle est définie par : **1 u = 1.66054*10^{-27} kg. Elle correspond à 1/12 ème de la masse de l'atome de carbone 12.**

Le défaut de masse :

En mesurant la masse des noyaux au repos et celles des nucléons, les scientifiques se sont aperçu que la masse d'un noyau est toujours inférieure à la somme des masses des nucléons qui le compose.

Cette **différence de masse est appelée défaut de masse (** Δm **)** et se calcule comme suit :

Soit un noyau ${}^{A}_{Z}X$: $\boxed{\Delta m = Z\times m_P + (A-Z)\times m_N - m_{noyau} > 0}$



L'énergie de liaison :

Elle correspond à l'énergie qu'il faut fournir à un noyau au repos pour le dissocier en nucléons isolés et immobiles.

Comme on l'a vu avec l'équivalence masse énergie, **l'énergie de liaison d'un noyau est en rapport avec son défaut de masse :** $\boxed{E_l = \Delta m \times c^2}$

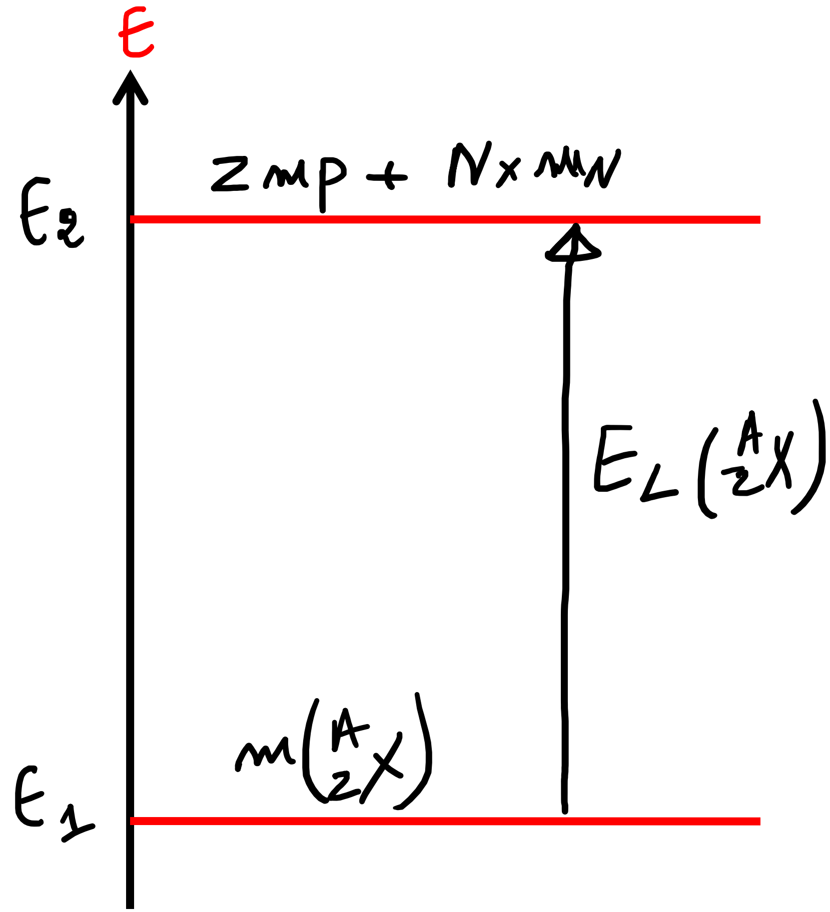
Cette énergie est positive puisqu'elle est reçu par le système considéré (noyau).

Bilan énergétique (énergie de liaison d'un noyau)

$$E_L({}^A_Z X) = \left[(Z\times m_p + N\times m_N) - m({}^A_Z X)\right]\times c^2$$

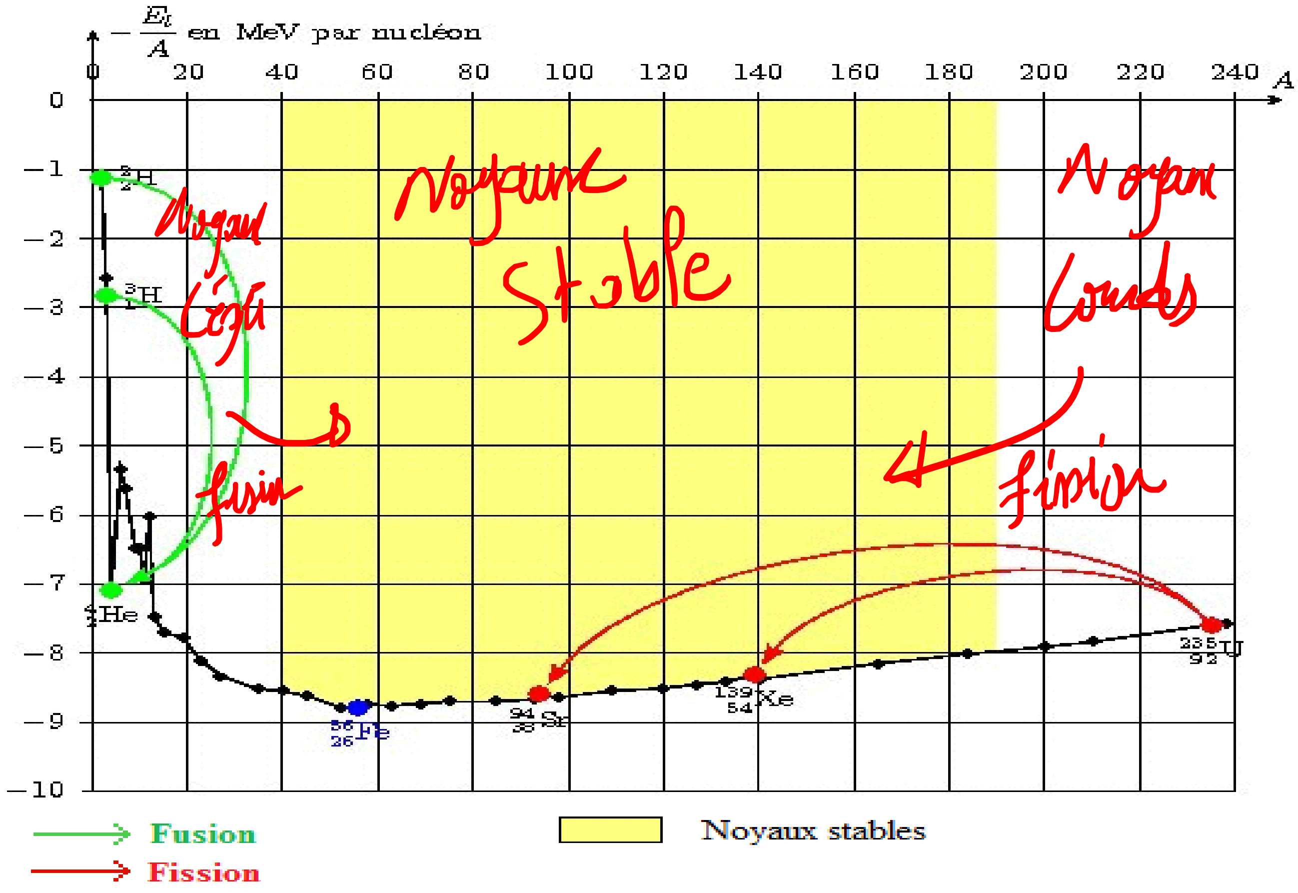
$$= \underbrace{(Z m_p + N\cdot m_N)c^2}_{\text{Energie des nucléons}} - \underbrace{m({}^A_Z X)\times c^2}_{\text{Energie du noyau } {}^A_Z X}$$

$$= E_2 - E_1$$



$\mathcal{E}_\ell({}^A_Z X) = \frac{E_L}{A}$ → Energie de liaison d'un noyau par nucléon

Diagramme d'Aston :



Variation d'énergie/énergie libérée au cours d'une transformation nucléaire:

Soit une réaction nucléaire quelconque d'équation :

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$$

Il y a deux façon de calculer l'énergie libérée par la transformation nucléaire :

- Soit en utilisant la **variation de masse** :

$$\boxed{\Delta E = [(m(X_3) + m(X_4)) - (m(X_1) + m(X_2))] \times c^2}$$

- Soit en utilisant les **énergies de liaison** des noyaux et d'après la définition de El :

$$\boxed{\Delta E = [E_l(X_1) + E_l(X_2)) - (E_l(X_3) + E_l(X_4)]}$$

$\Delta E < 0 \rightarrow$ le système libère de l'énergie (transformation exothermique

$E_{lib} = |\Delta E| > 0$

Diagramme énergétique :

$${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \longrightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$$

$$\Delta E = E_L(\text{Réactif}) - E_L(\text{Produits})$$

$$\Delta E = E_f - E_i < 0$$

$$E_{\text{libérée}} = |\Delta E| = E_i - E_f$$