

### Activité P 15-1

Masse d'un noyau d'hélium  $m_{\text{He}} = 6,64449 \cdot 10^{-27}$  kg  
 Masse d'un noyau neutron  $m_n = 1,67493 \cdot 10^{-27}$  kg  
 Masse d'un noyau proton  $m_p = 1,67262 \cdot 10^{-27}$  kg

1. Convertir en unité de masse atomique les masses précédentes.
2. Calculer la masse totale des nucléons pris séparément qui composent un noyau d'hélium.
3. Comparer cette valeur à la masse du noyau d'hélium.

Conclure :

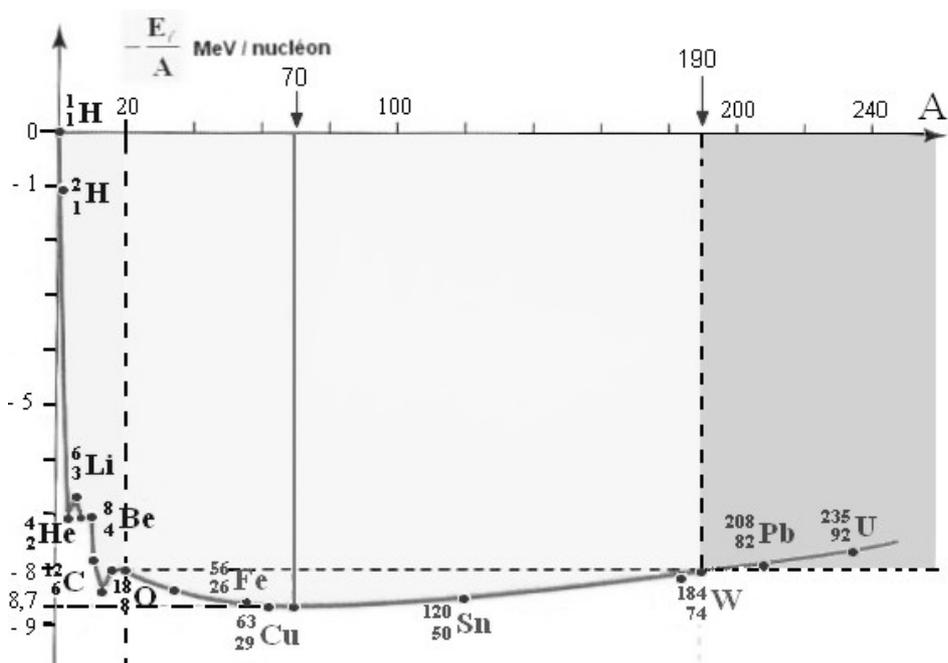
### Activité P 15-2

Compléter le tableau

Élément	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{56}_{26}\text{Fe}$
Masse atomique en kg	$3,90249 \cdot 10^{-25}$	$9,28585 \cdot 10^{-26}$
Énergie de liaison (MeV)		
Énergie de liaison par nucléon (MeV / nucléon)		

Conclure :

### Courbe d'Aston



## Réaction de Fission nucléaire

Dans une centrale nucléaire, les noyaux d'uranium ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) subissent la fission sous le choc d'un neutron lent. Un des nombreux processus possibles conduit à la formation d'un noyau de lanthane ( ${}^{144}_{57}\text{La}$ ), d'un noyau de brome ( ${}^{88}_{35}\text{Br}$ ) et de plusieurs neutrons.

1. Calculez, en MeV, l'énergie de liaison d'un noyau ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) puis calculez l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau.
2. Écrivez l'équation de la réaction de fission étudiée.
3. Exprimez l'énergie libérée par la fission d'un noyau ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) en fonction des énergies de liaison par nucléon du noyau père et des noyaux fils. Calculez la valeur de cette énergie en MeV.
4. Dans le cœur de la centrale, de nombreuses autres réactions de fission du noyau ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) se produisent. La perte de masse est, en moyenne, de 0,200 u par noyau.
  - a) Calculez, en MeV, l'énergie moyenne libérée par la fission d'un noyau. Ce résultat est-il en concordance avec celui de la question 4 ?
  - b) Calculez, en joule, l'énergie moyenne libérée par une mole de noyaux ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ).
5. Dans une centrale nucléaire, l'énergie nucléaire est transformée en énergie électrique. Une centrale fournit une puissance électrique moyenne  $P_e = 1000$  MW avec un rendement  $r = 25\%$ .
  - a) Quelle est sa puissance nucléaire  $P_n$  consommée ?
  - b) Quelle est, en joule, l'énergie nucléaire consommée chaque année ?
  - c) Quelle est, en tonne, la masse d'uranium 235 consommée annuellement ?

Données :

- Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- $1 \text{ u} = 1,66055 \times 10^{-27} \text{ kg}$  et  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Masse d'un proton :  $m({}_1^1\text{p}) = 1,0073 \text{ u}$
- Masse d'un neutron :  $m({}_0^1\text{n}) = 1,0087 \text{ u}$
- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Masse du noyau d'uranium 235 :  $m({}_{92}^{235}\text{U}) = 235,0134 \text{ u}$
- Energies de liaison par nucléon :
  - $E_l/A({}_{57}^{144}\text{La}) = 8,28 \text{ MeV/nucléon}$
  - $E_l/A({}_{35}^{88}\text{Br}) = 8,56 \text{ MeV/nucléon}$

## Réaction de fission nucléaire

D'où peut bien provenir l'énergie du Soleil ?

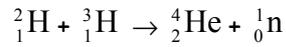
*C'est seulement en 1920 que le voile est levé, par les Britanniques Francis William ASTON et Arthur EDDINGTON : les noyaux d'atomes d'hydrogène, le principal constituant solaire, se transforment en hélium en fusionnant. Une réaction qui libère une énergie faramineuse.*

*L'objectif du projet ITER est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie parla fusion des atomes.*

*La fusion contrôlée représente un défi scientifique et technologique majeur qui pourrait répondre au problème crucial de disposer, à plus ou moins long terme, de nouvelles ressources énergétiques. A côté de l'énergie de fission, l'énergie de fusion représente l'espoir d'avoir une source d'énergie propre et abondante au cours du XXIe siècle. A l'heure où la raréfaction des énergies fossiles est prévue d'ici 50 ans, il est d'une importance vitale d'explorer le potentiel de toutes les autres sources d'énergie.*

*Le concept solaire de production d'énergie est basé sur une réaction dont la probabilité de se réaliser est extrêmement faible sur notre planète. Mais l'idée reste bonne ! Il "suffit" de remplacer l'hydrogène par des noyaux qui ont un maximum de chance de fusionner sur Terre, en l'occurrence, ceux de deutérium et de tritium, deux isotopes de l'hydrogène [...] en les chauffant à des températures très élevées, de l'ordre de 100 millions de degrés. »*

*C'est donc sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée.*



**Données :**

	deutérium	tritium	hélium	neutron	
<b>Symbole</b>	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$	${}^1_0\text{n}$	$1\text{u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg.}$
<b>Masse du noyau en u</b>	<b>2,01355</b>	<b>3,01550</b>	<b>4,00150</b>	<b>1,00866</b>	$1 \text{ MeV} = 1,602 \times 10^{-13} \text{ J.}$
					célérité de la lumière dans le vide :
					$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}.$
					$N_A = 6,023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$

1. Calculer la variation de masse au cours de la réaction de fusion d'un noyau de deutérium et d'un noyau de tritium. Donner sa valeur en kilogramme et commenter son signe.
2. Déterminer l'énergie produite par cette réaction de fusion, donner le résultat en MeV.
3. Vérifier que le nombre de noyaux présents dans 1,0 g de noyaux de deutérium est  $3,0 \times 10^{23}$  noyaux.
4. Vérifier qu'il en est de même dans 1,5 g de noyaux de tritium.
5. En déduire l'énergie, en MeV puis en Joule, que l'on pourrait espérer obtenir si on réalisait la réaction de fusion de 1,0 g de noyaux de deutérium avec 1,5 g de noyaux de tritium dans le réacteur ITER.
6. La tonne d'équivalent pétrole (tep) est une unité d'énergie utilisée dans l'industrie et en économie. Elle sert à comparer les énergies obtenues à partir de sources différentes. 1 tep représente  $4,2 \times 10^{10} \text{ J}$ , c'est-à-dire l'énergie libérée en moyenne par la combustion d'une tonne de pétrole. Calculer, en tep, l'énergie libérée par la fusion de 1,0 g de deutérium et de 1,5 g de tritium.
7. Sachant que dans une centrale nucléaire classique, la fission d'1,0 g d'uranium libère une énergie de 1,8 tep, expliquer en quoi ITER est un progrès et un espoir pour la production d'énergie.