

Production d'énergie nucléaire

En poursuivant votre navigation sur ce site, vous acceptez l'utilisation de Cookies vous proposant des publicités adaptés à vos centres d'intérêts.



Production d'énergie nucléaire (4pts)

Fission nucléaire :

Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Actuellement ces centrales utilisent la chaleur produite par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue le "combustible nucléaire ". Cette chaleur transforme de l'eau en vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne un alternateur produisant de l'électricité.

Certains produits de fission sont des noyaux radioactifs de forte activité et dont la demi-vie peut être très longue.

- 1. Définir le terme demi-vie.
- 2. Définir l'activité d'une source radioactive. Préciser son unité dans le système SI
- 3. Le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron peut produire un noyau de strontium et un noyau de xénon selon l'équation suivante :  
$$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{94}_{38}\text{Sr} + ^{140}_{54}\text{Xe} + 3\,^1_0\text{n}$$
  
Déterminer A et Z.  
Calculer en MeV l'énergie libérée par cette réaction de fission.  
Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ?

particule ou	neutron	proton	deutérium	tritium	hélium 3	hélium4	uranium 235	xénon	strontium
-----------------	---------	--------	-----------	---------	-------------	---------	----------------	-------	-----------

noyau									
symbole	${}_0^1\text{n}$	${}_1^1\text{n}$	${}_1^2\text{H}$	${}_1^3\text{H}$	${}_2^3\text{He}$	${}_2^4\text{He}$	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{54}^A\text{Xe}$	${}_{38}^{94}\text{Sr}$
masse en u	1,00866	1,00728	2,01355	3,01550	3,01493	4,00150	234,9942	138,8892	93,8945

$1\text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$  ; énergie de masse de l'unité de masse atomique  $E = 931,5\text{ MeV}$  ,  $1\text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19}\text{ J}$  ;  $c = 3,00 \cdot 10^8\text{ m/s}$ .

### Fusion nucléaire :

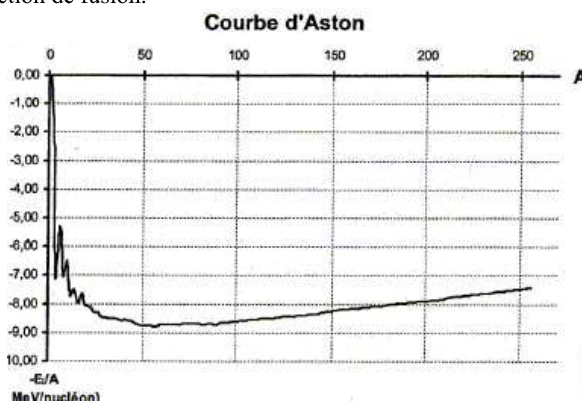
Le projet ITER s'installera prochainement sur le site de Cadarache en France. L'objectif de ce projet est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par fusion des atomes. La fusion est la source d'énergie du soleil et des autres étoiles.

Pour obtenir une réaction de fusion il faut rapprocher suffisamment deux noyaux qui se repoussent, puisqu'ils sont tous deux chargés positivement. Une certaine énergie est donc indispensable pour franchir cette barrière et d'arriver dans la zone très proche du noyau, où se manifestent les forces nucléaires capables de l'emporter sur la répulsion électrostatique.

La réaction de fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium et le tritium. La demi-vie du tritium consommé au cours de cette réaction n'est que de 15 ans.

De plus il y a peu de déchets radioactifs générés par la fusion et l'essentiel est retenu dans les structures de l'installation ; 90% d'entre eux sont de faible ou moyenne activité.

1. Le deutérium  ${}_1^2\text{H}$  et le tritium  ${}_1^3\text{H}$  sont deux isotopes de l'hydrogène.  
Définir le terme de noyaux isotopes.  
Donner la composition de ces deux noyaux.
2. Qu'appelle-t-on réaction de fusion ?
3. Sur la courbe d'Aston indiquer dans quel domaine se trouvent les noyaux susceptibles de donner une réaction de fusion.



4. Ecrire l'équation de la réaction nucléaire entre un noyau de Deutérium et un noyau de Tritium sachant que cette réaction libère un neutron et un noyau noté  ${}_Z^A\text{X}$ . Préciser la nature de ce noyau.
5. Montrer que l'énergie libérée au cours de cette réaction est de 17,6 MeV. Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ?
6. Conclure sur l'intérêt du projet ITER en indiquant les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires.

corrigé

demi-vie : durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initiaux se sont désintégrés.

activité : nombre moyen de désintégrations par seconde ( unité : bequerel (Bq))

valeurs de A et Z :  ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{54}^{94}\text{Sr} + {}_{38}^A\text{Xe} + 3\text{ }{}_0^1\text{n}$

conservation de la charge :  $92 = Z + 54$  d'où  $Z = 92 - 54 = 38$

conservation du nombre de nucléons :  $235 + 1 = 94 + A + 3$  soit  $A = 139$ .

énergie libérée par cette réaction de fission :

$$\Delta m = 2 m({}_0^1\text{n}) + m({}_{54}^{138}\text{Xe}) + m({}_{38}^{94}\text{Sr}) - m({}_{92}^{235}\text{U}) = 2 \times 1,00866 + 138,8892 + 93,8945 - 234,9942 = -0,19318 \text{ u}$$

$$\text{soit } 0,19318 \times 931,5 = 180 \text{ MeV}$$

$$\text{énergie libérée par nucléon de matière : } 180/236 = 0,762 \text{ MeV/nucléon.}$$

isotopes : deux noyaux qui ne diffèrent que par leur nombre de neutrons ; ils ont le même nombre de charge Z

le noyau de deutérium D contient 1 proton et 1 neutron :  ${}_1^2\text{H}$  ; le noyau de tritium T contient 1 proton et 2 neutrons :  ${}_1^3\text{H}$ . D et T sont des isotopes de l'élément chimique hydrogène.

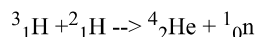
#### réaction de fusion :

réaction au cours de laquelle deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd. La réaction se fait avec perte de masse et dégagement d'énergie.

#### courbe d'Aston :

Le noyau de fer est le plus stable ; les gros noyaux ( uranium 235) situés sur la partie droite sont instables et conduisent par des réactions de fission à d'autres noyaux plus stables ; les petits noyaux instables ( deutérium, tritium), situés sur la partie gauche, conduisent par des réactions de fusion à des noyaux plus gros et plus stables.

Equation de la réaction nucléaire entre un noyau de Deutérium et un noyau de Tritium au cours de laquelle se forme un noyau d'hélium  ${}_2^4\text{He}$  :



énergie  $\Delta E$  qui peut être libérée par cette réaction :

$$|\Delta m| = |m({}_2^4\text{He}) + m({}_0^1\text{n}) - m({}_1^3\text{H}) - m({}_1^2\text{H})| = 4,0015 + 1,00866 - 3,0155 - 3,0155 = 1,89 \times 10^{-2} \text{ u}$$

$$\text{puis } 1,89 \times 10^{-2} \times 931,5 = 17,6 \text{ MeV.}$$

$$\text{énergie libérée par nucléon : } 17,6 / 5 = 3,52 \text{ MeV/nucléon.}$$

#### avantages de la fusion par rapport à la fission :

l'énergie libérée par nucléon est plus importante ; Deutérium abondant et bon marché ; Tritium assez facile à produire ;

déchets radioactifs moins importants et absence de nucléides conduisant à la prolifération des armes nucléaires.

[retour](#) - [menu](#)