

II. Fission et fusion.

1. La physique nucléaire dans l'histoire.

Question discussion réponse :

Associer la date correspondant à l'événement relatif au nucléaire.

1898	La fission nucléaire est découverte par des physiciens allemands
1939	Première explosion d'une bombe nucléaire A
1939	Explosion de la première bombe H
1942	Première bombe atomique française
1945	Le réacteur à fusion nucléaire expérimental ITER à Cadarache.
1952	L'accident de Tchernobyl
1960	Pierre et Marie Curie découvrent le radium
1986	Le Projet Manhattan est lancé par la Maison Blanche
1997	Frédéric Joliot-Curie découvre la réaction en chaîne
2005	Signature du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires

Réponse :

1898 Pierre et Marie Curie découvrent le radium
1939 Frédéric Joliot-Curie découvre la réaction en chaîne
1939 La fission nucléaire induite est découverte par des physiciens allemands
1942 Le Projet Manhattan est lancé par la Maison Blanche
1945 Première explosion d'une bombe nucléaire A
1952 Explosion de la première bombe H
1960 Première bombe atomique française
1986 L'accident de Tchernobyl
1997 Signature du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires
2005 Le réacteur à fusion nucléaire expérimental ITER à Cadarache.

Source : <http://www.linternaute.com/histoire/nucleaire/67/a/1/1/3/>

2. La fission nucléaire.

2.1. Définition.

Lors d'une fission nucléaire, un noyau lourd $A > 200$ se scinde en deux noyaux plus légers sous l'impact d'un neutron.

Le noyau est dit « fissile ».

2.2. Exemple de fission nucléaire.

Le noyau d'uranium 235 a plusieurs possibilités de fission. En voici une :



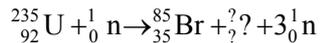
Les lois de conservations sont vérifiées.

- conservation du nombre de charge $92 = 38 + 54$
- conservation du nombre de nucléon $235 + 1 = 94 + 140 + 2 \times 1$

Remarque : on ne simplifie pas les neutrons dans l'équation car ils ne sont pas équivalents !

Question discussion réponse :

En appliquant les lois de conservation, compléter l'équation de la réaction de fission suivante :



Réponse :



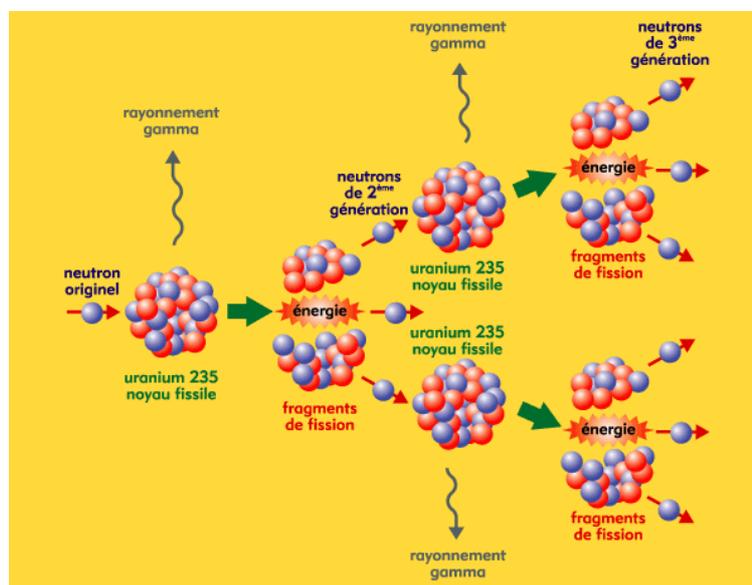
Br : brome

La : Lanthane

- conservation du nombre de charge $92 = 35 + 57$
- conservation du nombre de nucléon $235 + 1 = 85 + 148 + 3 \times 1$

2.3. Réaction en chaîne.

Page 107 figure 9



Source : CEA

Conditions pour obtenir l'amorçage des réactions de fission :

- il faut que le noyau lourd (uranium 235) soit percuté par un neutron.
- Il faut que dans un certain volume la masse des noyaux fissiles soit suffisante (masse critique)

2.4. Fission contrôlée.

En 1963, EDF produit pour la première fois de l'électricité nucléaire dans la centrale EDF1 sur le site de Chinon.

En 1974 la France choisit le nucléaire

Le Premier ministre Pierre Messmer annonce le lancement d'un vaste programme nucléaire qui prévoit de limiter la consommation de pétrole au profit de l'atome. Entre 1974 et 1975, 13 nouvelles centrales nucléaires seront lancées par EDF.

La production d'énergie dans les centrales nucléaires à partir d'1 gramme d'uranium 235 est équivalente à celle libérée par 1 tonne de pétrole.

Le contrôle de la fission s'effectue grâce à des barres de graphite qui arrêtent les neutrons.

3. La fusion nucléaire.

3.1. Définition.

Lors d'une réaction de fusion nucléaire, deux noyaux légers s'agglomèrent en un noyau plus lourd et plus stable.

3.2. Exemple de réaction de fusion nucléaire.

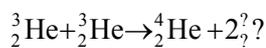


Les lois de conservation sont vérifiées :

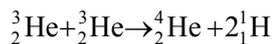
- conservation du nombre de charge $1 + 1 = 2$
- conservation du nombre de nucléon $2 + 1 = 3$

Question discussion réponse :

En appliquant les lois de conservation, compléter l'équation de la réaction de fusion suivante :



Réponse :



- conservation du nombre de charge $2 + 2 = 2 + 2 \times 1$
- conservation du nombre de nucléon $3 + 3 = 4 + 2 \times 1$

3.3. La réaction en chaîne dans les étoiles.

Condition pour obtenir l'amorçage des réactions de fusion :

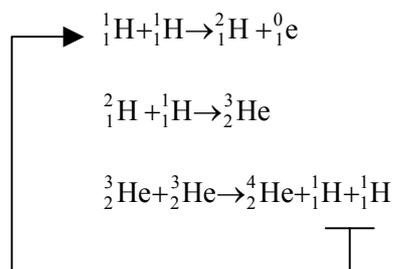
Pour amorcer une réaction de fusion nucléaire, il faut élever la température à plus d'un million de kelvin pour vaincre la répulsion coulombienne qui s'exercent entre les protons.

Ces conditions extrêmes existent au sein des étoiles où la température est de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de degrés.



Nébuluse d'Orion (Philippe Morin)

Une réaction en chaîne débutant par la fusion de noyaux légers comme l'hydrogène a lieu :

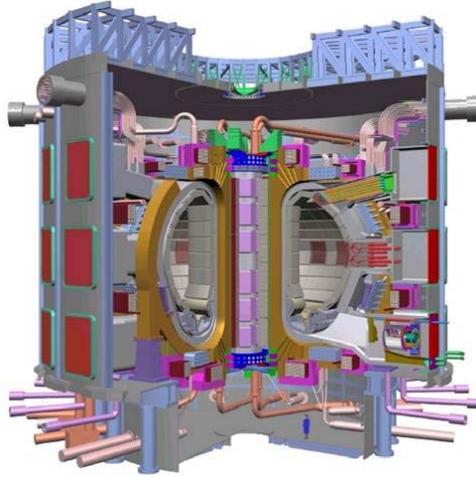


Ces réactions nucléaires libèrent beaucoup d'énergie. La surface des étoiles peut atteindre 5700 °C voire plus.

Dans des étoiles plus massives que le Soleil, des températures encore plus élevées permettent la fusion de noyaux plus lourds pouvant former par fusion des noyaux comme ceux de carbone, d'oxygène ou de fer.

3.4. La fusion contrôlée.

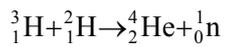
Le projet ITER : la fusion magnétique contrôlée de l'avenir.



Source : CEA

Le but est de piéger et maintenir à très haute température un plasma. Ce plasma est confiné dans une boîte immatérielle de forme torique créée par des champs magnétiques. On parle alors de confinement magnétique.

Ensuite, de contrôler des réactions nucléaires telle que :



Avec 300 litres d'eau de mer, on pourrait fournir 1 gramme de deutérium ${}^2_1\text{H}$. C'est-à-dire que l'eau des océans permettrait, à elle seule, de subvenir aux besoins mondiaux de l'humanité pendant, environ, un milliard d'années.

1 gramme de tritium ${}^3_1\text{H}$ libère la même énergie que 13,5 tonnes de pétrole. (10 fois plus que la fission)