

Séquence 9 – Les transformations nucléaires

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.

Le projet ITER est un projet de réacteur de recherche civil à fusion nucléaire. Son objectif est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par la fusion des atomes.



La fusion contrôlée est un défi scientifique et technologique majeur qui pourrait répondre au problème crucial de disposer, à plus ou moins long terme, de nouvelles ressources énergétiques.

À 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 XXI^e siècle.

A l'heure de la raréfaction des énergies fossiles, il est d'une importance vitale d'explorer le potentiel de toutes les autres sources d'énergies.

Document 1 – Les isotopes

Deux éléments chimiques sont dits isotopes s'ils possèdent le même numéro atomique Z mais un nombre de masse A différent.

Exemple : Le carbone 14 est un isotope du carbone 12

Document 2 – Étude d'une réaction de fusion

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 intéressante ! 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, et de les chauffer 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 :



Document 3 – L'unité de tonne équivalent pétrole

La tonne d'équivalent pétrole (tep) est une unité utilisée dans l'industrie et en économie. Elle sert à comparer les énergies obtenues à partir de sources différentes.

1,0 tep représente $4,2 \cdot 10^{10}$ J, c'est-à-dire l'énergie libérée en moyenne par la combustion d'une tonne de pétrole.

Données :

- Masse d'un noyau de deutérium : $m_D = 3,34 \cdot 10^{-27}$ kg
- Masse d'un noyau de tritium : $m_T = 5,01 \cdot 10^{-27}$ kg
- Énergie libérée par la fusion d'un noyau de deutérium et d'un noyau de tritium :
- $E = 28,2 \cdot 10^{-13}$ J
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- L'hydrogène possède un proton et 0 neutron

Questions :

1. Justifier que le deutérium et le tritium sont des isotopes de l'hydrogène.
2. Vérifier que le nombre de noyaux présents dans 1,0 g de noyaux de deutérium est de $3,0 \cdot 10^{23}$ noyaux
3. Vérifier que le nombre de noyaux est identique dans 1,5 g de noyaux de tritium.
4. Quelle énergie pourrait-on espérer obtenir si on réalisait la réaction de fusion nucléaire de l'ensemble des noyaux de la question 2 et 3 dans le réacteur ITER ?
5. Convertir cette énergie en tep.
6. Sachant que dans une centrale nucléaire la fission de 2,5 g d'uranium libère une énergie de 4,5 tep, expliquer en quoi ITER est un espoir pour la production d'énergie.