

Transformations nucléaires et énergie : applications (Thème 1)

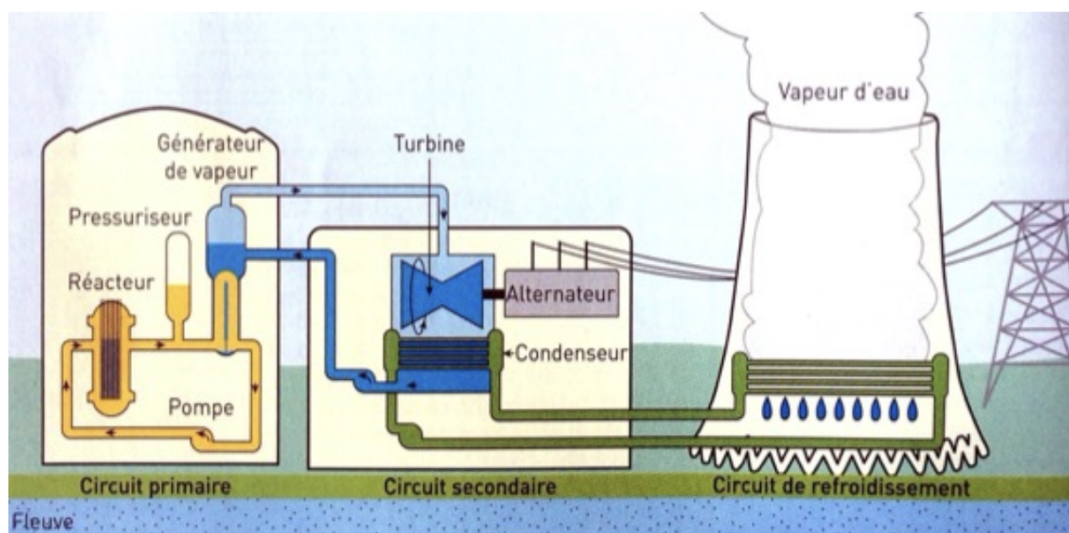
Objectifs : Étude des aspects énergétiques des transformations nucléaires dans une centrale nucléaire et dans le Soleil.

I Documents**Document 1.** Processus nucléaires : La radioactivité, la fusion et la fission

- La transformation nucléaire de la matière intervient lorsque l'on touche à l'intégrité du noyau atomique d'un élément.
- La radioactivité est une transformation dans laquelle un noyau se désintègre spontanément pour former un autre noyau et une particule.
- Il existe deux types de transformations nucléaires :
 - La fission nucléaire : un noyau lourd sous l'impact d'un neutron se scinde en plusieurs noyaux plus petits.
 - La fusion nucléaire : des noyaux légers fusionnent pour donner un noyau plus lourd.

Document 2. Les centrales nucléaires

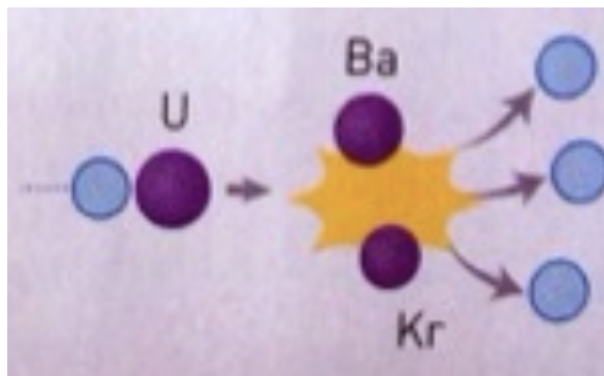
Une centrale nucléaire est une centrale thermique, au même titre qu'une centrale à charbon ou à gaz.



Une centrale nucléaire est une centrale thermique, au même titre qu'une centrale à charbon ou à gaz.

Document 2 (suite) : Les centrales nucléaires

■ Dans un circuit primaire, la fission des noyaux d'uranium sous l'impact de neutrons libère de l'énergie. La réaction a par exemple pour équation : ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{36}^{92}\text{Kr} + {}_{56}^{141}\text{Ba} + 3{}_0^1\text{n}$



La formation de neutrons provoque d'autres transformations : la réaction est dite en chaîne. L'énergie libérée permet de chauffer l'eau qui se transforme en vapeur.

■ Dans le circuit secondaire, la vapeur entraîne les turbines qui font tourner l'alternateur. L'énergie électrique produite est ensuite acheminée vers les consommateurs. L'eau du circuit de refroidissement est directement prélevée dans un cours d'eau ou dans la mer. Elle permet de condenser la vapeur qui est renvoyée vers le générateur de vapeur.

■ Les centrales nucléaires utilisent comme combustible de l'uranium enrichi en uranium 235. Dans la nature, l'uranium ne possède que 0,7% de ${}^{235}\text{U}$. Pour que la transformation se produise en chaîne, il faut augmenter la proportion de ${}^{235}\text{U}$, jusqu'à 3% à 5%.

Document 3. Comparaison de plusieurs sources d'énergies

27 tonnes d'uranium enrichi suffisent pour alimenter annuellement un réacteur nucléaire de 1 000 MW, ce qui correspond à la consommation d'environ 400 000 foyers.

Pour obtenir de telles quantités d'énergie, il faut consommer de bien plus grandes quantités de combustibles.

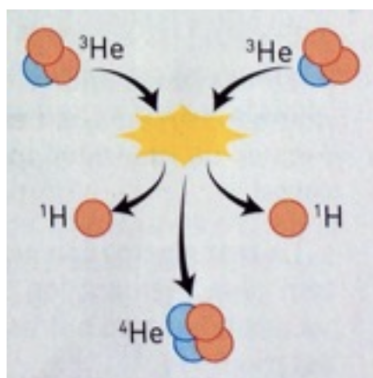
Par exemple, pour produire la même quantité d'énergie, il faut brûler environ 260 tonnes de charbon ou 170 tonnes de fioul par heure.

Enfin, il faudrait qu'une centrale hydroélectrique de 100 mètres de haut, fasse chuter 1 200 tonnes d'eau par seconde. (L'énergie de demain, J.L Bodin, E. Huffner)

Document 4. L'énergie du Soleil

Le Soleil est composé environ de 74% en masse d'atome d'hydrogène. Les noyaux de ces atomes, exposés à de très grandes températures, peuvent s'assembler avec d'autres protons pour former de l'hélium.

Cette chaîne de transformation libère une quantité d'énergie thermique extrêmement importante, qui permet de nous réchauffer et de nous éclairer sur Terre en journée. En présence d'une température très élevée, 2 noyaux d'hydrogène ${}^1\text{H}$ fusionnent pour former un noyau de deutérium ${}^2\text{H}$. Le deutérium fusionne ensuite avec un noyau d'hydrogène ${}^1\text{H}$ pour former un noyau d'hélium ${}^3\text{He}$.



Puis la fusion de deux noyaux d'hélium ${}^3\text{He}$ donne un noyau d'hélium 4 et deux noyaux d'hydrogène ${}^1\text{H}$.

La réaction a pour équation ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^1_1\text{H}$.

Chaque seconde au sein du Soleil, environ 620 millions de tonnes d'hydrogène sont consommées pour former 617 millions de tonnes d'hélium, soit la masse de 85 000 tours Eiffel.

Document 5. I.T.E.R., l'énergie de demain

Recréer sur Terre la réaction de fusion nucléaire à l'oeuvre dans les étoiles pour libérer une source intarissable d'énergie ? Ce rêve, qui anime les scientifiques depuis les années 1960, pourrait bien se concrétiser ! En 1985, le projet international I.T.E.R. (CHINE, Corée, états-Unis, Inde, Japon, Russie, Union européenne) est lancé pour réaliser le réacteur expérimental le plus puissant au monde.

En construction depuis 2007 aux portes du centre CEA de Cadarache, il devra étudier la faisabilité technique de la fusion nucléaire. I.T.E.R. est un tokamak, du nom de la première « boîte » conçue par des chercheurs russes pour dompter un plasma. Précisément, un mélange de deutérium et de tritium est porté à 100 millions de degrés pour que les noyaux fusionnent et génèrent beaucoup d'énergie. L'enjeu scientifique de la fusion nucléaire est de confiner ce plasma dans des matériaux très résistants et de l'y maintenir dans la durée. (CEA, octobre 2015)



II Questions

1. **Préciser** la nature des transformations nucléaires présentées dans les doc. 2, 4 et 5 (fission ou des fusion).
2. **Expliquer** les raisons pour lesquelles il est nécessaire d'enrichir l'uranium naturel avec de l'uranium 235 (doc. 2).
3. **Donner** les éléments qui fusionnent au sein du Soleil (doc. 4).
4. En analysant le doc. 4, **donner** le nombre de noyaux d'hydrogène qu'il est nécessaire de mettre en commun pour former un noyau d'hélium.
5. **Préciser** la nature des transformations nucléaires que l'on essaie de faire fonctionner dans la centrale I.T.E.R. (doc. 5)?
6. Dans le texte du doc. 5, on parle de deutérium et de tritium. S'aider du schéma du doc. 4 pour les **définir**.
7. Le projet I.T.E.R. ne permet toujours pas à l'heure actuelle de fournir de l'énergie thermique à partir d'énergie nucléaire. **Rechercher** sur internet les difficultés relatives à cette expérimentation.
8. **Déterminer** le caractère lié à la libération d'énergie (exothermiques ou endothermiques) des réactions de fission et de fusion.