

Fission vs Fusion

But : Comprendre et distinguer les transformations nucléaires de fusion et de fission, connaître les différences et domaines d'application des réactions de fusion et de fission nucléaire.

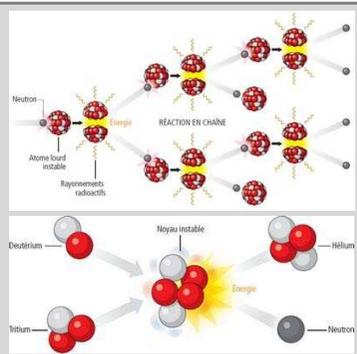
Compétences : APP – VAL

Doc1. Les transformations nucléaires

La fission consiste à projeter un neutron sur un atome lourd instable (uranium 235 ou plutonium 239). Ce dernier éclate alors en 2 atomes plus légers. Cela produit de l'énergie, des rayonnements radioactifs et 2 ou 3 neutrons capables à leur tour de provoquer une fission. Et ainsi de suite. C'est le mécanisme de la réaction en chaîne. Aujourd'hui, c'est la fission qui est utilisée dans les centrales nucléaires de production d'électricité.

De son côté, la fusion consiste à rapprocher deux atomes d'hydrogène (deutérium et tritium) à des températures de plusieurs millions de degrés, comme au cœur des étoiles. Lorsque ces noyaux légers fusionnent, le noyau créé se retrouve dans un état instable. Il tente de retrouver un état stable en éjectant un atome d'hélium et un neutron et crée alors de l'énergie.

Source : www.irsn.fr



Doc2. Ignition et contrôle

Pour allumer un feu de cheminée, l'allumette apporte l'énergie nécessaire pour que le feu démarre. Pour que la combustion se poursuive d'elle-même, il est donc nécessaire d'apporter un peu d'énergie.

Source image : scienctonnante.wordpress.com



Pour une réaction nucléaire, on parle d'un seuil d'ignition : dans la fission nucléaire, l'uranium est prêt à fissionner mais il lui manque un petit coup de pouce. Une fois l'énergie nécessaire apportée, la première réaction de fission permet alors de fissionner d'autres noyaux d'uranium. C'est la réaction en chaîne qui doit être contrôlée si on ne veut pas fabriquer une bombe !

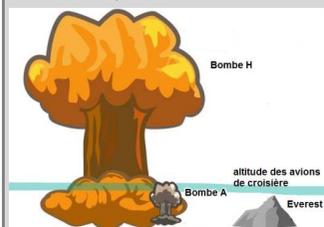
Pour la réaction de fusion il faut produire des plasmas (gaz ionisés et électrons libres) à très haute température et les confiner. Le problème est que le plasma n'a qu'une envie : refroidir et donc arrêter la réaction. Il est difficile de créer les conditions nécessaires à une réaction de fusion comme dans le Tokamak du projet ITER (<https://www.iter.org/fr/mach>). Pour la fission, le problème n'est pas « d'allumer » le feu mais de l'éteindre. Pour la fusion, le problème est de garder le feu allumé.

Doc3. Radioactivité

Une autre différence entre les réactions de fission et les réactions de fusion apparaît en comparant les déchets radioactifs (noyaux instables) produits par ces deux réactions, ceux issus de la fusion sont très faibles par rapport à ceux produits par une réaction de fission.



Doc4. Energie libérée



Source image : Rindo Ramankutty

La fusion nucléaire libère beaucoup plus d'énergie que la fission. C'est pourquoi les bombes à fusion (bombe H) sont beaucoup plus destructives que les bombes atomiques utilisant le principe de fission (bombe A).

La maîtrise de la fusion nucléaire estimée de façon optimiste à la fin du XXI^{ème} siècle permettra de produire beaucoup d'énergie à partir de peu de matière première par ailleurs largement disponible.

Le projet ITER n'est pas conçu pour produire du courant à titre commercial. Un tokamak dit DEMO sera un prototype de réacteur industriel destiné à succéder à ITER vers 2040. DEMO sera encore plus volumineux et couplé à une centrale vapeur pour produire de l'électricité à usage industriel : <http://bertrand.kieffer.pagesperso-orange.fr/Animations/ITER.htm>

1. Nucléaire comme noyau des atomes

Pour mieux comprendre tout cela, il faut bien connaître la composition de l'atome à l'aide de l'animation « build-an-atom » sur le site de simulations scientifiques <https://phet.colorado.edu/> (utiliser la traduction en français).

1.1. Construire un atome

Ouvrir l'animation « Construire un atome ».



➤ Répondre aux questions de la feuille bilan.

1.2. Symbole

Ouvrir l'animation « Symbole » et cocher **Afficher la stabilité/l'instabilité**.



Rappel : Naturellement et spontanément mais de façon non prévisible, les noyaux instables se transforment pour former des noyaux stables. On parle alors de désintégration radioactive. Cette désintégration produit des rayonnements émis par le noyau : les atomes au noyau instable sont alors dits « radioactifs ».

➤ Répondre aux questions de la feuille bilan.

1.3. Jeu

Il est temps de vérifier les acquis. Ouvrir l'animation « Jeu ».



- couper le son et réaliser les tests en temps mesuré .



2. Fission et fusion nucléaires

Pour l'étude suivante, toutes les animations interactives se trouvent dans la médiathèque du CEA, accéder au chapitre « Radioactivité » : <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/animations/radioactivite.aspx>

2.1. Fission

Ouvrir l'animation « La fission ».

➤ Répondre aux questions de la feuille bilan.

2.2. Réaction en chaîne

Ouvrir l'animation « La réaction en chaîne ». Répondre aux questions suivantes :

➤ Répondre aux questions de la feuille bilan.

2.3. Fusion

Ouvrir l'animation « La réaction de fusion ». Répondre aux questions suivantes :

➤ Répondre aux questions de la feuille bilan.

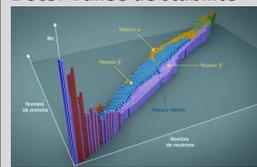


3. Comparaison des noyaux formés

A partir des réponses précédentes, répondre aux questions suivantes

➤ Répondre aux questions 3.1. et 3.2. de la feuille bilan.

Doc5. Vallée de stabilité



Les noyaux des atomes avec tous leurs isotopes sont classés dans un diagramme appelé « Vallée de stabilité » permettant de repérer rapidement leur stabilité et donc à l'inverse leur instabilité, celle-ci étant caractérisée par la possibilité d'émission de différentes particules en particulier sous forme de rayonnements alpha, beta + ou beta -.

Ouvrir l'animation « Diagramme N-Z » du site Ostralo.net :

http://www.ostralo.net/3_animations/swf/diagrammeNZ_2.swf

Rechercher dans le diagramme les noyaux formés au cours de la fission nucléaire de l'uranium 235 et de la fusion nucléaire décrites précédemment.

➤ Répondre à la question 3.3. de la feuille bilan.

4. Bilan

En reprenant l'étude réalisée et en s'appuyant sur les documents fournis, rédiger une synthèse faisant apparaître les différences ainsi que les avantages et les inconvénients liés à la fission et à la fusion nucléaires.