

La fission nucléaire pour fournir de l'énergie

Information aux enseignants



1/6

Mandat de travail	Les élèves lisent le texte d'information. Ils utilisent parallèlement comme aide à la compréhension la fiche de travail «Questions clés concernant le texte». Afin de comprendre le développement exponentiel possible d'un processus de fission, ils calculent le nombre de neutrons libres présents après cinq, dix et 15 fissions.
Objectif	Les élèves comprennent que la fission nucléaire est le processus central de la production d'énergie dans une centrale nucléaire. Ils savent de quelle manière est déclenchée la fission nucléaire, en quoi consiste son résultat et pourquoi une telle réaction peut s'auto-entretenir.
Matériel	Texte Fiche de travail avec questions clés Fiche de solutions
Forme didactique	Travail individuel, présentation des calculs en plénum
Durée	30'

Informations complémentaires:

- Des animations et films explicatifs sont disponibles à la page <https://www.kernenergie.ch/fr/animations-et-films-content--1--1030.html>

La fission nucléaire pour fournir de l'énergie

Fiche de travail



2/6

Exercice:

Lis attentivement le texte ci-dessous. Au fil de la lecture, réponds aux questions 1 à 6. Lorsque tu as terminé, calcule le nombre de neutrons qui seront présents dans les 5e, 10e et 15e générations de neutrons (cf. illustration à la fin du texte d'information).

Questions

1	Qu'étudient en priorité les chercheurs dans le cadre de leurs travaux de recherche sur la radioactivité?
2	A quel résultat sont parvenus les chercheurs allemands avant l'éclatement de la Seconde Guerre mondiale?
3	Quelle est la différence entre la désintégration radioactive naturelle et la fission nucléaire?
4	Quels effets surprenants peut-on constater lors d'un processus de fission concernant l'atome radioactif et ses produits de fission? Ou pour formuler autrement: D'où provient l'énergie libérée lors de la fission?
5	Quelles particules peuvent être à l'origine d'un processus de fission nucléaire?
6	Pourquoi un processus de fission nucléaire peut-il se répéter et même se renforcer sans action supplémentaire?

La fission nucléaire pour fournir de l'énergie

Texte d'information



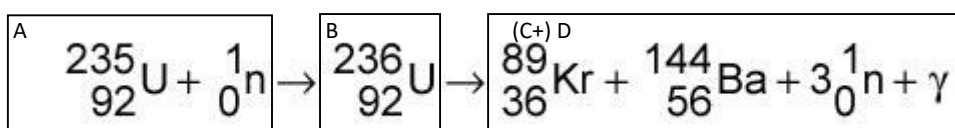
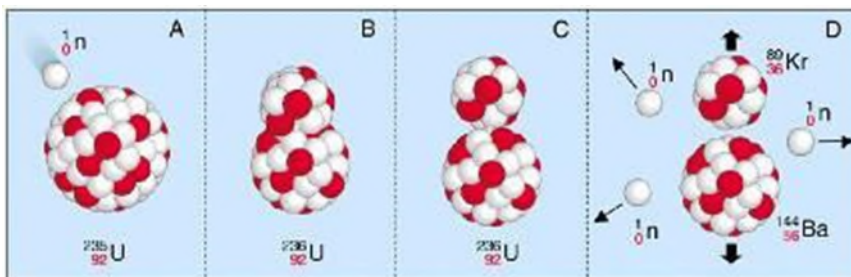
3/6

La fission nucléaire

La radioactivité naturelle n'est associée à aucune libération d'énergie perceptible. Depuis sa découverte, les scientifiques cherchent donc en priorité à savoir si la radioactivité peut être intensifiée grâce à une action humaine et si l'énergie ainsi libérée est exploitable. Aux débuts de la Seconde Guerre mondiale, des chercheurs allemands ont réussi à provoquer une réaction de fission nucléaire en bombardant des atomes d'uranium avec des neutrons. Ils n'ont alors pas seulement généré une désintégration radioactive, mais l'éclatement d'un noyau atomique. Par la suite, il a été découvert qu'une réaction de fission déclenchée depuis l'extérieur pouvait s'auto-entretenir et même, sous certaines conditions, évoluer en réaction en chaîne explosive.

La fission artificielle de l' ^{235}U en krypton et baryum

L' ^{235}U peut être transformé en ^{236}U grâce au bombardement neutronique. Celui-ci est particulièrement **instable** et se **désintègre immédiatement** en un atome de baryum et un atome de krypton, en émettant trois neutrons libres et un rayonnement gamma.



Combustible	Fission neutron déclencheur	Produit intermédiaire instable de l'U	Produit de fission n°1	Produit de fission n°2	3 neutrons libres	
-------------	-----------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------	-------------------	--

L'uranium n'est pas un «combustible» au sens propre du terme. En effet, aucun élément ne se consume lors de la fission nucléaire. La production d'énergie par le biais de la fission nucléaire n'engendre donc pas la libération de gaz ou de polluants.

La fission nucléaire pour fournir de l'énergie

Texte d'information



4/6

Un rendement énergétique élevé

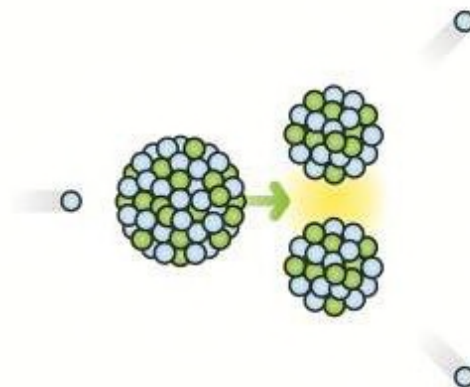
La principale différence entre la fission artificielle et la radioactivité naturelle réside dans le fait que dans le cadre de la fission nucléaire, des éléments chimiques dont les numéros atomiques sont très éloignés du numéro atomique de l'atome de départ, apparaissent. Les énergies libérées sous forme de chaleur sont très importantes; elles sont supérieures à celles libérées lors d'un processus de combustion.

Ainsi, l'énergie obtenue lors de la désintégration d'un atome d'uranium est 50 millions de fois plus élevée que celle obtenue lors de la combustion d'un atome de carbone.

La chaleur n'est pas récupérée par le biais d'un procédé connu de conversion de la chaleur mais d'un procédé décrit comme étant possible par Albert Einstein dans le cadre de sa théorie de la relativité. Le chercheur avait en effet eu l'idée révolutionnaire selon laquelle aucune différence fondamentale ne subsistait entre l'énergie et la matière, voire selon laquelle la matière représenterait une autre forme d'énergie. La transformation de matière (d'énergie) en énergie utile, qui selon Einstein appartenait donc au domaine du possible, se manifeste dans le cadre de la désintégration radioactive. Certes, le nombre de neutrons et de protons qui interviennent dans le cadre d'une désintégration ne change pas. Mais il a été démontré que les composants essentiels des produits de fission présentent une masse réduite comparée à celle d'un atome encore non divisé, et sont plus légers. Lors de la désintégration, la masse manquante (défaut de masse) se transforme en effet en énergie (énergie cinétique des produits de fission et énergie du rayonnement).

Multiplication du processus de fission nucléaire

Le processus de fission nucléaire de l' ^{235}U peut être auto-entretenu, et peut même se reproduire, grâce aux deux à trois neutrons libérés à chaque processus de fission. Ces neutrons peuvent en effet entrer en collision avec d'autres atomes d'uranium, déclencher d'autres fissions nucléaires, et libérer ainsi des neutrons supplémentaires. Etant donné qu'à chaque processus de fission, un neutron au moins est libéré, la vitesse de fission peut se multiplier de manière exponentielle.



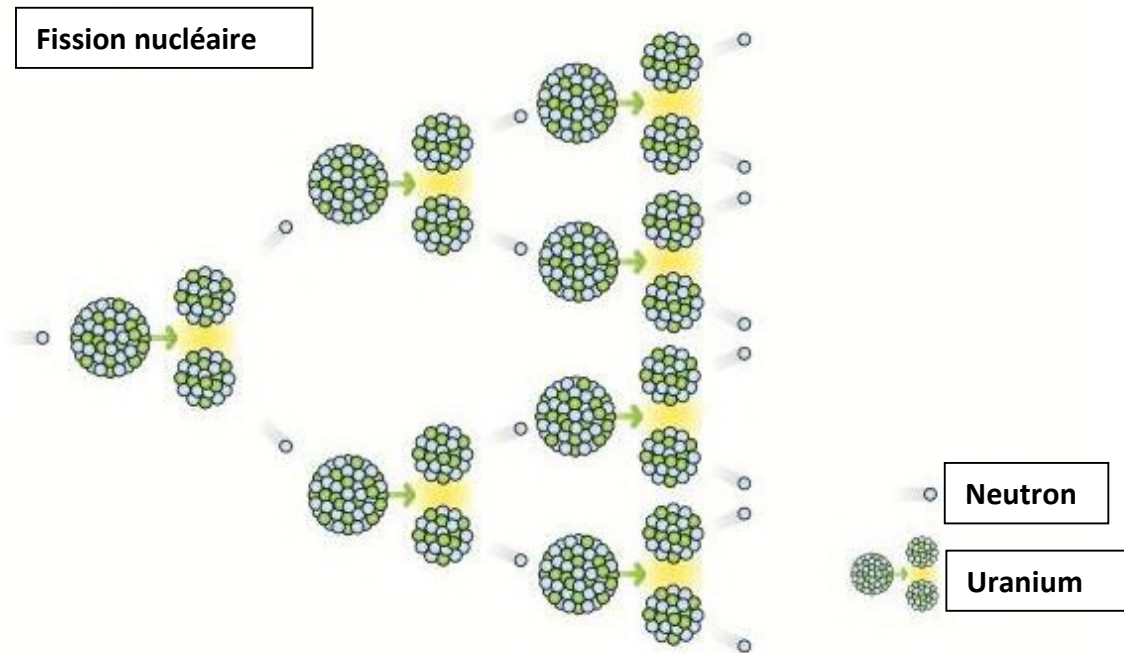
La fission nucléaire pour fournir de l'énergie

Texte d'information



5/6

La libération de nouveaux atomes permet au processus de fission de l'uranium de s'auto-entretenir et de se reproduire:



La fission nucléaire pour fournir de l'énergie

Fiche de solutions



6/6

Solutions:

	Questions
1	<p>Qu'étudient en priorité les chercheurs dans le cadre de leurs travaux de recherche sur la radioactivité?</p> <p>Si la radioactivité naturelle peut être intensifiée au point que l'énergie libérée puisse être utilisée.</p>
2	<p>A quel résultat sont parvenus les chercheurs allemands avant l'éclatement de la Seconde Guerre mondiale?</p> <p>Ils ont réussi à séparer un noyau d'atome d'uranium en le bombardant à l'aide d'un neutron.</p>
3	<p>Quelle est la différence entre la désintégration radioactive naturelle et la fission nucléaire?</p> <p>Dans le cadre de la désintégration radioactive naturelle, le numéro atomique des nouveaux éléments chimiques créés est proche du numéro atomique de l'atome de départ.</p> <p>Les éléments apparus lors de la fission en revanche possèdent un numéro atomique très éloigné de celui de l'atome de départ.</p>
4	<p>Quels effets surprenants peut-on constater lors d'un processus de fission concernant l'atome radioactif et ses produits de fission? Ou pour formuler autrement: D'où provient l'énergie libérée lors de la fission?</p> <p>Les produits présents à la fin d'un processus de fission nucléaire possèdent une masse moins importante que celle de l'atome de départ. La masse manquante s'est transformée en énergie</p>
5	<p>Quelles particules peuvent être à l'origine d'un processus de fission nucléaire?</p> <p>Les neutrons</p>
6	<p>Pourquoi un processus de fission nucléaire peut-il se répéter et même se renforcer sans action supplémentaire?</p> <p>Car lors d'un processus de fission, au moins un neutron est libéré, ce qui rend inutile l'ajout extérieur de neutrons et augmente la rapidité du processus.</p>

Nombre de neutrons dans la génération $x = 3x$

Nombre de neutrons dans la 5e/10e/15e génération = 243 (35) / 59049 (310) / 14'348'900 (315)