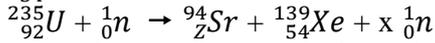


Problème

- Une des réaction de fission possible de l'uranium 235 produit du ${}^{94}_{38}\text{Sr}$, du ${}^{139}_{54}\text{Xe}$ et un nombre x de neutrons selon l'équation suivante :



Le rendement d'une centrale nucléaire est de l'ordre de 33% c'est-à-dire que 33% de l'énergie libérée lors de la réaction de fission est convertie en énergie électrique.

Le combustible utilisé dans les réacteurs se présente sous forme de pastilles pesant 7,00 g, empilées dans des crayons.

Chaque pastille contient un mélange contenant les deux isotopes de l'uranium (${}^{238}_{92}\text{U}$ et ${}^{235}_{92}\text{U}$) avec une proportion de 4% d'uranium 235. Seul l'uranium 235 est fissile.

En tout 17 millions de pastilles sont introduites dans chaque réacteur, servant à la production d'électricité pendant environ 3 ans.

- Une éolienne produit de l'électricité grâce au vent. Sa force actionne les pales d'une hélice, qui met en mouvement un alternateur.

Soit un parc éolien situé dans une zone où les vents ont une vitesse moyenne annuelle de $7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Une éolienne a une production variable au cours du temps. Sur un site où les vents ont une vitesse moyenne de $7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, la production annuelle d'une éolienne est d'environ 25% de l'énergie maximale qu'elle pourrait produire.

1- Ecrire l'équation de la réaction de fission de l'uranium 235

2- Combien faudrait-il d'éoliennes pour fournir en une année autant d'énergie électrique qu'une centrale nucléaire ?

Données

$$m {}^{139}_{54}\text{Xe} = 138,8892 \text{ u} ;$$

$$m {}^{94}_{38}\text{Sr} = 93,89454 \text{ u} ;$$

$$m {}^{235}_{92}\text{U} = 234,9942 \text{ u} ;$$

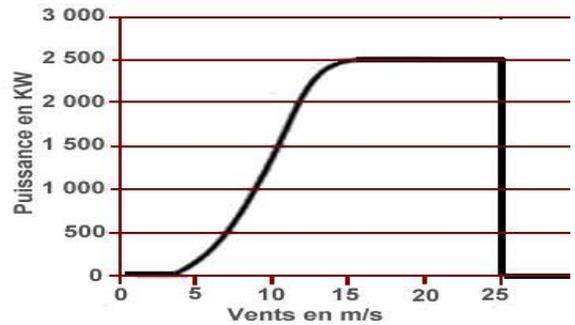
$$m \text{ n} = 1,00866 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 1,6606 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

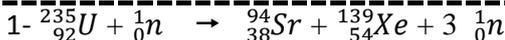
$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 ;$$

$$1 \text{ MeV} = 1,60 \times 10^{-13} \text{ J}$$

Puissance électrique
d'éolienne en fonction de
vitesse moyenne de vents



Eléments de correction



2- Calculons l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235

$$E \text{ libérée} = |\Delta m| \times c^2$$

$$E \text{ libérée} = |m \text{ Sr} + m \text{ Xe} + 3 m \text{ n} - m \text{ U} - m \text{ n}| \times c^2 = |m \text{ Sr} + m \text{ Xe} + 2 m \text{ n} - m \text{ U}| \times c^2$$

$$E \text{ libérée} = |(93,89454 + 138,8892 + 2 \times 1,00866 - 234,9942) \times 931,5 \times 1,60 \times 10^{-13}$$

$$E \text{ libérée} = 2,89 \times 10^{-11} \text{ J}$$

- Combien de noyaux subissent la réaction de fission?

$$17 \text{ millions de pastilles} \times 7\text{g} = 1,19 \times 10^8 \text{ g d'uranium}$$

$$\text{Seulement 4\% d'uranium fissile donc } m \text{ noyaux fissiles} = 0,04 \times 1,19 \times 10^8 = 4,76 \times 10^6 \text{ g} = 4,76 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{Ce qui correspond à un nombre de noyaux fissiles } N = \frac{4,76 \times 10^3}{234,9942 \times 1,6606 \times 10^{-27}} = 1,22 \times 10^{28}$$

Energie libérée par la fission de tous les noyaux

$$E \text{ totale} = N \times E \text{ lib par un noyau} = 1,22 \times 10^{28} \times 2,89 \times 10^{-11} = 3,53 \times 10^{17} \text{ J pour 3 ans}$$

$$\text{Soit pour 1 an } E \text{ totale} = 1,18 \times 10^{17} \text{ J}$$

- Energie électrique produite par un réacteur

$$\text{Rendement} = 33 \% = \frac{E \text{ électrique}}{E \text{ nucléaire}}$$

$$E \text{ électrique} = 0,33 \times E \text{ nucléaire} = 0,33 \times 1,18 \times 10^{17} = 3,89 \times 10^{16} \text{ J}$$

- Energie électrique produite par une éolienne

$$V \text{ moyenne des vents} = 7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ ce qui correspond à une puissance } P = 500 \text{ kW.}$$

$$E \text{ max} = P \times t = 500 \times 10^3 \times (365,25 \times 24 \times 3600) = 1,58 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$E \text{ produite} = \frac{25}{100} \times E \text{ max} = 3,95 \times 10^{12} \text{ J pour une éolienne}$$

$$\text{Le nombre d'éoliennes pour égaler l'énergie électrique de la centrale nucléaire : } \frac{3,89 \times 10^{16}}{3,95 \times 10^{12}} = 9848 \text{ éolienne}$$