

PRESENTATION D'ARE DYNAMIC G2

SUJET : LA FISSION NUCLÉAIRE

MEMBRE DU GROUPE :

1.ELENA TOPA

2.ROBERT SZASZ

3.SOKHONA COULIBALY

4.JULIEN ENGERAND

Etudiant en licence 1 à SCIENCES SORBONNE UNIVERSITÉ

INTRODUCTION

Notre sujet porte sur la fission nucléaire. Il vise à comprendre comment se passe cette fission, les conséquences qui en résultent et l'utilisation qui est faite de ce phénomène dans la vie active. On parlera également des conséquences de ce phénomène.

Pour la réalisation, en parallèle des recherches que nous avons eu à faire pour nous informer sur le sujet, un essai de simulation a été réalisé par l'équipe également.

Le phénomène

La fission nucléaire est le phénomène au cours duquel un noyau atomique lourd (c'est-à-dire formé d'un grand nombre de nucléons comme (l'uranium, le plutonium etc.) est scindé en plusieurs nucléides plus légers. En effet, des neutrons émis, à leur rencontre avec le noyau choisi, vont le diviser en deux. Après la réaction, nous constaterons que le noyau s'est divisé en deux (2) et le neutron en plusieurs qui tant que leur limite de vie, n'est pas atteinte, referons le même scénario avec d'autres noyaux se trouvant dans leur champ de propagation

Il existe deux types de fissions : *la fission spontanée et la fission induite.*

Fission spontanée

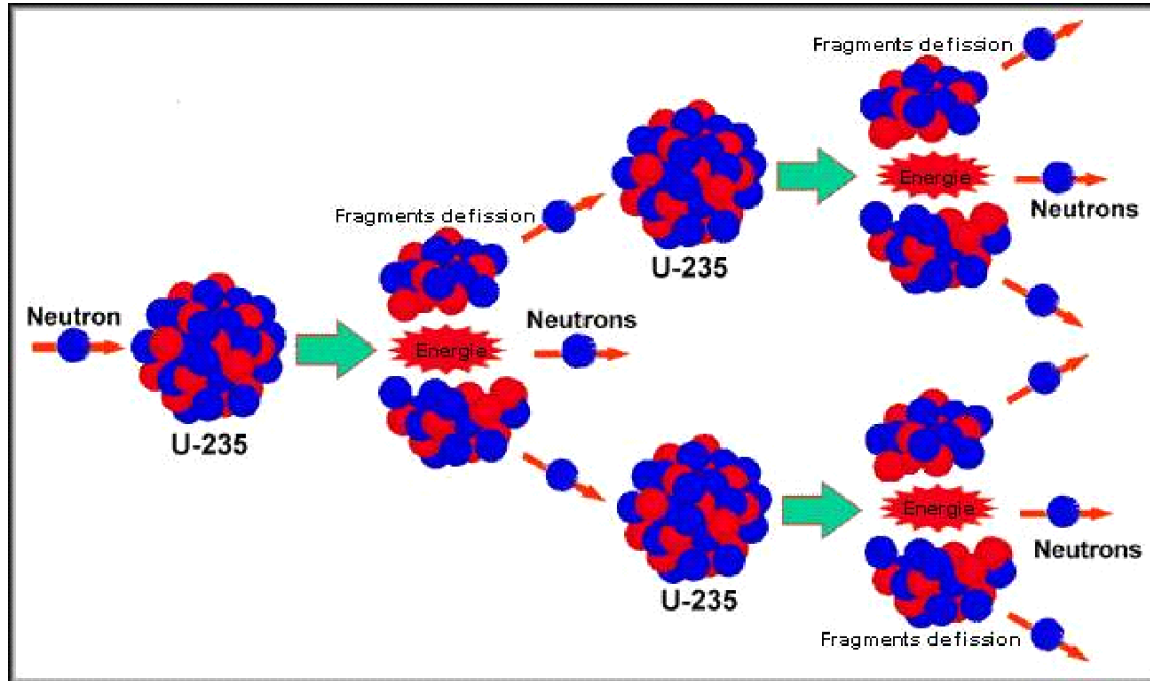
On parle de fission nucléaire spontanée lorsque le noyau se désintègre en plusieurs fragments sans absorption préalable d'un corpuscule (particule subatomique). Ce type de fission n'est possible que pour les noyaux extrêmement lourds, car l'énergie de liaison par nucléon est alors plus petite que pour les noyaux moyennement lourds nouvellement formés.

L'uranium 235 (dans une très faible proportion cependant), les plutoniums 240 et 244 et surtout le californium 254 sont par exemple des noyaux spontanément fissiles.

Fission induite

Sous l'effet d'une collision avec un neutron, le noyau de certains gros atomes, dits fissiles, à la propriété de se casser en deux. La matière fissile qui constitue le cœur des réacteurs est en général de l'uranium ou du plutonium. En absorbant un neutron, un noyau d'atome ^{235}U se transforme ainsi en ^{236}U , un isotope de l'uranium, dans un état excité de 6,2 Méga-électrons-volts (MeV, avec $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^6 \text{ joules}$). Il se comporte ainsi un peu comme une goutte d'eau.

- Dans 16 % des cas, l'énergie est dissipée par rayonnement électromagnétique et le noyau d' ^{236}U reste intact.
- Dans 84 % des cas, cette énergie suffit pour que le noyau puisse franchir la barrière de fission, de 5,7 MeV et se fragmenter en deux autres noyaux comme le krypton 93 (^{93}Kr) et le baryum 140 (^{140}Ba) ou bien le strontium 94 et le xénon 140



Bilan neutronique

Lors de la fission, des neutrons rapides sont tout de suite émis (10 s), ils sont dits neutrons instantanés (anciennement nommés neutrons prompts). Puis, après l'émission de ces neutrons instantanés, les produits de fission commencent leur décroissance radioactive. Ces décroissances radioactives vont engendrer la libération de neutrons rapides avec une latence de 13 secondes en moyenne; ces neutrons libérés juste après des désintégrations β sont appelés neutrons retardés.

Noyau considéré	Nombre moyen de neutrons libérés
^{233}U	2,55
^{235}U	2,47
^{238}U	— ²¹
Uranium naturel	2,47
^{239}Pu	2,91
^{241}Pu	3,00

L'énergie de fission

Une mole d'uranium 235 pèse 235,043 929 9 grammes et contient N_A (nombre d'Avogadro) atomes. La fission de chaque atome produit environ 193 MeV d'énergie récupérable. Donc en supposant que l'on

fissionne tous les noyaux d'uranium dans un gramme d'uranium 235 - ce qui est technologiquement impossible dans l'état actuel des connaissances - l'énergie produite serait alors égale à :

- 1 fission produit 193 MeV = $193 \times 10^6 \times 1,602 \times 10^{-19} = 3,092 \times 10^{-11}$ joules
- 1 gramme d'uranium 235 fissionné $\Leftrightarrow \frac{1}{235,0439299} \times N_A$ fissions = $\frac{1}{235,0439299} \times 6,022 \times 10^{23}$ fissions = $2,562 \times 10^{21}$ fissions
- 1 gramme d'uranium 235 fissionné $\Leftrightarrow 2,562 \times 10^{21} \times 3,092 \times 10^{-11}$ joule = $7,922 \times 10^{10}$ joules
- 1 mégawatt-jour = 24 MWh = $24 \times 3600 \times 10^6$ joules = $8,64 \times 10^{10}$ joules
- 1 mégawatt-jour $\Leftrightarrow 1,090$ grammes d'uranium 235 fissionné

1 mégawatt-jour $\Leftrightarrow 1,09$ gramme d'uranium 235 fissionné

C'est-à-dire tous les atomes d'uranium 235 présents dans $(1,09055 / 0,007202) = 151,42$ grammes d'uranium naturel. Or :

- 1 mégawatt-jour = $1\,000\,000 \times 24 = 1\,000$ kW $\times 24 = 24\,000$ kWh
- $24\,000 / 151,42 = 158,497$ kWh

Donc la fission de tous les atomes d'uranium 235 présents dans 1 g d'uranium naturel peut produire 158,5 kWh.

LE MODÈLE:

Pour notre modèle on a choisi de faire avec un environnement confiné afin de faire au plus simple on a donc créer pour chaque objets des collisions avec les bordures de la fenêtre. On a commencé par créer nos atomes d'uranium 235, leur donner une vitesse et une position aléatoire dans la "chambre nucléaire", on a mis en paramètre un outil permettant de choisir leur nombre. On a créé un nouvel objet qui est le neutron comme nous l'avons fait pour l'atome mais il ne bouge pas tant que l'on ne presse pas le bouton de lancement qui donnera une vitesse a ce neutron. Pour que la fission se fasse il faut que les neutrons percutent les atomes alors il a fallu créer des collisions entre les objets et en même temps qu'il y a la disparition des atomes touchés ainsi que la création de neutrons qui sont éjectés lors de cette collision. Pour cela nous avons pris en compte le centre du neutron qui si il se trouve dans la portée d'un atome ajoutera deux nouveaux neutrons a la liste de neutrons avec une direction aléatoire et au point de rencontre avec l'atome, et qui retirera un atome de la liste et fera disparaître l'objet. On a ensuite pensé à rajouter un compteur qui pour chaque collision comptera l'énergie libérée afin d'avoir une énergie totale. On a aussi créer un bouton afin de permettre le reset de nos objets dans la fenetre et de pouvoir relancer la réaction avec de nouveaux paramètres en entrée et pouvoir refaire l'expérience.

RÉSULTATS:

Lors de la simulation de notre modèle, on a obtenu des résultats prédictibles: comme nous avons pris un récipient de contaiment, a chaque simulation, la réaction en chaîne est totale. A la fin, tous les atomes vont faire la fission et les neutrons restent dans le récipient.

Le temps de fission, c'est-à-dire le temps nécessaire pour que tous les atomes fissionnent est inversement proportionnel avec le nombre initial des atomes. Si le nombre initial des atomes est très petit, plus de temps va être nécessaire pour arriver à un état stable. Si le nombre est très grand le temps est plus court car une collision immédiate est garantie.

ANALYSE. CRITIQUE:

Si on analyse les résultats et le phénomène réel, on observe quelques discrédances, en raison du modèle choisi. Pour résoudre ces différences, on peut améliorer quelques aspects.

Le premier est établir une durée de vie pour les neutrons; c'est-à-dire une période où les neutrons sont actifs et ils peuvent rompre l'atome. S'ils ne font pas la fission jusqu'à la fin de cette période, ils deviennent inactifs et incapables de fissionner. Ces sont les pertes, qui existent impérativement dans la situation réelle.

La deuxième est la mise en place d'un limiteur de neutrons pour éviter une réaction en chaîne totale. Quand le nombre des neutrons dépasse une limite établie, à chaque collision seulement 2 neutrons sortent de l'atome. Ces deux combinés donnent un modèle qui est plus proche de la réalité.

Le troisième est en concernant le code: pour mémoriser la position des atomes et des neutrons on a utilisé des listes, mais les éléments ne sont pas sortis. Pour gagner du temps en termes d'efficacité on peut maintenir l'ordre en fonction de la position des atomes et des neutrons. Dans ce cas chaque fois l'algorithme cherche une collision, le nombre des étapes suivies est diminué et la complexité est minimale.

PERSPECTIVES:

Pour réaliser notre modèle, on a choisi les neutrons d'uranium 235, neutrons qui peuvent soutenir une réaction en chaîne. En réalité, il y a multiple possibilités. Par exemple, on peut utiliser des atomes d'uranium 238, qui sont plus lourds, et qui n'effectuent pas une réaction en chaîne; ils absorbent les neutrons. En tant que pour l'environnement, la fission peut se passer dans ou lors d'un récipient de confinement et on peut ajouter plusieurs récipients ensemble pour réaliser un réacteur nucléaire.

CONCLUSION :

La fission nucléaire est un phénomène ayant plusieurs utilisations dans la vie civile mais celle que nous retenons de plus important est la production d'électricité mais en parallèle comme toute activité industrielle les installations nucléaires rejettent des éléments dans la nature pouvant être toxique.