

## LP42 : Fission, Fusion

### Rapport du jury:

Un exposé purement descriptif des réactions de fusion et de fission nucléaires est insuffisant. Cette leçon peut être abordée de manières diverses, mais on peut raisonnablement s'attendre à ce que les candidats aient quelques notions sur la structure et la cohésion nucléaire, les formes de radioactivité et les interactions mises en jeu, les réacteurs nucléaires, le confinement magnétique. Le modèle de la goutte ne peut être simplement énoncé. Le candidat qui ferait le choix d'en parler doit commenter la physique inhérente à chaque terme du modèle. Cette leçon ne peut se réduire à un catalogue d'informations diverses et variées, mais les candidats doivent dégager du temps pour les applications. Les applications doivent être envisagées. Parmi elles, figure l'énergie nucléaire, qu'il paraît difficile de ne pas aborder.

<https://www.youtube.com/watch?v=VZHpAwSGYZE>

[https://www.eleves.ens.fr/home/hroussil/Plans/plans\\_lecon\\_physique.pdf](https://www.eleves.ens.fr/home/hroussil/Plans/plans_lecon_physique.pdf)

### **Questions:**

-Les médiateurs de l'interaction forte? Les quarks

-Comment fabriquer une bombe nucléaire? On emprisonne une masse critique de matériau fissile. Une masse de matériau fissile est qualifiée de critique quand elle devient capable d'entretenir une réaction en chaîne, compte tenu de sa taille, de sa forme, de la pureté et de la composition isotopique du matériau. Pour éviter que la réaction ne se déclenche n'importe quand, on donne à la matière fissile une forme facilitant l'évasion des neutrons : séparation en deux morceaux, ou boule creuse, donc de plus grande surface. De cette manière la masse critique n'est pas atteinte et il n'y a donc aucun risque qu'une réaction en chaîne s'amorce sans qu'on le désire. Le déclenchement de l'explosion a lieu lorsque toutes les parties de la matière fissile sont brusquement réunies, sous une forme convenable, et atteignent ainsi une masse supercritique.

-Pourquoi le proton et le neutron ont des masses différentes? En simplifiant, le proton est composé de deux quarks u et d'un quark d, tandis que le neutron contient deux quarks d et un quark u. Le quark d étant plus lourd que le quark u, leur petite contribution directe à la masse totale fait que le neutron est plus lourd que le proton.

-Comment fonctionnent les confinements magnétiques et inertiels ?

Magnétique : On fait subir au combustible un puissant champ électromagnétique pour l'amener aux conditions de pression et de température désirée pour réaliser la fusion nucléaire. Le combustible doit au préalable être converti en plasma, celui-ci se laisse ensuite influencer par les champs magnétiques.

Inertiel : Les forces utilisées ne sont pas électromagnétiques mais inertiels (Forces d'entraînement ou Coriolis).

-Sur quelle force repose le confinement magnétique ? Dans quels centres de recherche l'une ou l'autre de ces méthodes est-elle employée ? Pourquoi faut-il un temps de confinement de 1 ou 2 s ?

Force de Lorentz visiblement. J'ai pas trouvé la réponse pour le reste.

-La première fission, réalisée par Fermi, dégageait quelques kW, qu'en pensez-vous ? Pourquoi les expériences actuelles de développement de la fusion sont-elles de dimension beaucoup plus grandes que celle de Fermi ?

Déjà je comprend dans la question ça passe de fission à fusion ? En tout cas quelques kilowatt c'est peu.

-Qu'est-ce qu'une section efficace ? Sur quelle condition nécessaire de la fusion intervient-elle ?

Elle correspond à la probabilité d'interaction d'une particule pour une liaison donnée. Plus de détail sur [cette page wikipédia](#).

Il existe la section efficace différentielle, on dérive sigma par rapport à l'angle solide élémentaire, pour tenir compte de la distribution angulaire des particules.

-Le modèle de la goutte liquide est-il suffisant pour tout expliquer ? Sur quoi repose-t-il ? Quelles sont ses limites ?

Modèle semi-empirique.

-Quels termes de l'expression de l'énergie de liaison de Bethe-Weisbecker permet-il d'expliquer ? D'où viennent les autres termes ? Que signifie que le noyau d'uranium est dans un état excité ? Peut-on faire une analogie avec l'excitation d'un atome et les niveaux électroniques ? Comment voir les niveaux d'énergie du noyau ? Vous avez supposé dans le calcul d'ODG pour l'énergie cinétique des neutrons thermiques une température de 106K. Que représente-t-elle ?

-La désintégration alpha, en parler plus ? théorie de Gamov, l'effet tunnel → cf LP41

-Dans le terme d'asymétrie, on a des puits, pourquoi les nucléons ne sont pas tous au fond ? Ce sont des fermions, ils doivent respecter le principe de Pauli.

-Dans le terme d'asymétrie, j'ai dit que  $\Delta E$  était proportionnel à  $1/A$ , pourquoi simplement ? (j'ai dit que c'était un calcul quantique de largeur de puits que je ne saurais pas refaire simplement comme ca...)

-La vallée de stabilité, qu'est-ce que c'est exactement ? Ca veut dire qu'on ne peut pas être ailleurs ?

C'est l'endroit où se situent les isotopes stables sur une carte nombre de neutron/ numéro atomique (donc nombre de protons...). On peut être ailleurs, sinon d'ailleurs les éléments n'apparaîtraient pas sur la carte, mais leur durée de vie est plus courte (voir extrêmement courte, par exemple l'hélium 5 à une demi vie inférieure à  $10^{-22}$  secondes...)

-Connaissait-on déjà le noyau d'hélium dans l'expérience de Rutherford ?

En 1882, Luigi Palmieri est parvenu à démontrer la présence d'hélium par analyse spectrale de la lave du Vésuve. L'expérience de Rutherford est de 1909, donc oui on le connaissait déjà. En revanche c'est seulement en 1907 que Rutherford démontre que les particules alpha sont des noyaux d'hélium.

-Quel est le rôle des électrons ?

-Pouvez-vous développer et donner une expression mathématique des forces nucléaires que vous avez présenté ?

Je crois que ce n'est pas possible. (En tout cas c'est sûr pour la faible car c'est un échange de bosons donc on ne peut a priori pas écrire une expression de force)

-Comment pouvait-on prévoir qu'on allait récupérer une énorme quantité d'énergie avec la fission ?

Je pense que quand on sépare le noyau en 2 parties, on a directement une énergie électrostatique énorme de répulsion énorme car les deux sont extrêmement proches. Ensuite chaque neutron émis peut lui-même provoquer une fission et on a une réaction en chaîne.

-Pourquoi la courbe B/A en fonction de A n'est-elle pas « bien lisse » ?

Peut-être le fait que les noyaux pairs/pairs soient toujours légèrement plus stables ?

- Un cours de [nucléaire](#).