

Plan :

- I. Structure et stabilité du Noyaux
  - 1.1 Composition du noyau
  - 1.2 Énergie de liaison
  - 1.3 Model du noyau
- II. Fission
  - 2.1 Énergie production
  - 2.2 Barrière de fission
  - 2.3 Réacteur nucléaire
- III. Fusion
  - 3.1 Exemples
  - 3.2 Modèle de Gamov
  - 3.3 Fusion industriel

---

Déroulement :

1.1 On a présenté dans l'ordre, le noyau, le neutron, le proton et sa charge et leurs masses. L'OdG du rayon est présenté,  $10^{-15}$  m.

L'échelle de l'interaction forte est déduite par comparaison avec la force électrostatique sur l'échelle d'un fm et avec la force gravitationnelle.

La notation  ${}^A_ZX$  pour un noyau de nombre de nucléons A et de protons Z est définit.

1.2 L'énergie de liaison est définit comme la différence de masse (fois  $c^2$ ) entre la masse de noyau et l'ensemble de nucléons isolés. Un ordre de grandeur de qq MeV par nucléon est présenté. Le courbe d'énergie de liaison par nucléon est présenté montrant une valeur maximale pour le noyau  ${}^{56}\text{Fe}$ .

1.3 Le modèle de goutte liquide est présenté avec la courbe de "vallée de stabilité" montrant les noyaux stables sur tracé paramétrique, Z en fonction de  $N=A-Z$ .

2.1 On illustre des exemples de Fission de noyau lourd en deux noyaux de taille similaire avec présentation des OdG d'énergie en jeux. On montre des données qui illustre le fait que les noyaux sortants sont typiquement de taille légèrement différents.

2.2 Le modèle de goutte est utilisé pour illustrer qualitativement l'existence d'une barrière d'énergie contre la fission. Le modèle de Gomov est utilisé pour illustrer l'importance de l'effet tunnel pour le franchissement de cette barrière en route vers la fission et pour illustrer la nécessité d'exciter le noyau pour avoir une fission en deux parties de la même taille (ou presque).

2.3 Discussion de fission induit par l'absorption d'un neutron "thermal" et une présentation du concept d'un modérateur dans un réacteur nucléaire.

3 Présentation de fusion des noyaux légers, application du modèle de Gamov à la fusion, critère de Lawson, discussion de confinement de plasma par Tokamak et par laser.

Critique et proposition :

La leçon présentée constitue un point de départ intéressant et utile, mais on a constaté plusieurs lacunes et points qui pourront être améliorés. Notamment, une mauvaise gestion du temps, avec trop de temps passé sur l'introduction et l'identification de l'interaction forte avait comme effet que très peu de temps était consacré sur la fusion, sur les réacteurs et sur les dangers et problèmes associés avec les processus de fusion et de fission.

On propose un regroupement des éléments de la partie I pour présenter des faits expérimentaux qui définissent le problème – la structure et l'échelle du noyau par rapport à l'atome à travers un bref résumé de l'expérience de Rutherford et une présentation expérimentale de la vallée de stabilité – tracé paramétrique des noyaux stables en fonction de  $Z$  et  $N=A-Z$ . Ensuite on peut définir l'énergie de liaison et présenter les données  $B/A$  vs  $A$ . De ce point de départ on peut présenter le modèle de goutte avec ces termes multiples.

On remarque que, dans une leçon de niveau L3 c'est possible, voire nécessaire de citer le principe de Pauli et de comprendre qualitativement son implication dans les termes d'inégalité neutron-proton et le terme pair/impair. Également, on est en position de faire les remarques qualitatives sur les nombres magiques en faisant comparaison par exemple avec la table périodique.

On remarque que dans le modèle de Gamov, une particule effective piégée, mais avec l'énergie  $E > 0$  correspond à une situation métastable de laquelle la particule peut échapper par effet tunnel. Pour un noyau stable toutes les particules effectives se trouvent à  $E < 0$ . Cette remarque est particulièrement importante pour les applications à la fusion où la particule tunnel dans le sens inverse.

On remarque que la fusion est la source d'énergie principale du soleil.

C'est important dans cette leçon, qu'on aborde le sujet de contrôle des réactions nucléaires et les conséquences d'une réaction en chaîne qui spiral hors contrôle !

On considère que cette présentation vaut B mais qu'avec des aménagements proposés on pourrait espérer une bonne note.