

Avant-propos

La physique nucléaire a pour objet l'étude des propriétés des noyaux atomiques. Ces propriétés concernent la structure interne du noyau visant à comprendre les propriétés des *nucléons* (neutrons et protons), les mécanismes des *réactions nucléaires* (spontanées, provoquées) dans le but de la description des différents processus d'*interactions élastiques et inélastiques* noyaux-noyaux. De plus, l'étude des propriétés des noyaux atomiques intègre les domaines d'application de la physique nucléaire et, enfin, l'impact des rayonnements nucléaires sur la santé des populations et sur l'environnement.

Dans le cas général, la physique nucléaire relève de la physique des basses énergies allant de 250 eV à 10 GeV [GER 07, LAL 11, SAO 04]. La gamme des énergies au-dessus de 10 GeV [GER 07, LAL 11, SAO 04] est dédiée à la physique des hautes énergies dont l'objet porte sur l'étude des particules constitutives de la matière et sur les interactions fondamentales entre elles. Dans ce domaine, les expérimentateurs utilisent des accélérateurs de particules fonctionnant à des énergies très élevées ou délivrant des intensités de faisceaux très grandes permettant ainsi d'accéder aux lois fondamentales de la physique subatomique à très courte distance. La réalisation la plus spectaculaire à ce jour est bien sûr le *Large Hadron Collider* (LHC) ou *grand collisionneur de hadrons*, lancé en septembre 2008 au CERN.

Concernant la physique nucléaire qui fait l'objet de ce présent ouvrage, il s'agit d'un domaine de la physique qui a connu un essor considérable depuis la découverte de la radioactivité en 1896 par Henry Becquerel [HAL 11], bien avant donc la découverte du noyau atomique en 1911 par Ernest Rutherford [RUT 11]. Les recherches en physique nucléaire recouvrent plusieurs thématiques allant des particules subatomiques aux étoiles. Elle constitue ainsi un maillon fondamental de la physique permettant l'exploration de l'infiniment grand et de l'infiniment petit [ARN 10]. De plus, la physique nucléaire permet de comprendre de nombreux phénomènes astrophysiques tels que les processus de nucléosynthèse (primordiale, stellaire et explosive) dans le cadre du modèle du Big Bang.

L'étude de ces processus permet de comprendre l'origine des éléments chimiques et de décrire l'évolution des étoiles en supernovæ et en étoiles à neutrons [SUR 98].

Cet ouvrage de physique nucléaire est le fruit d'une très longue carrière de 25 ans d'enseignement de la physique nucléaire, d'abord au lycée en classes de terminales scientifiques S1 et S2 (lycée Alpha Molo Baldé de Kolda de 1996 à 2002 ; lycée de Bambey de 2002 à 2008 ; lycée Technique d'Industrie Maurice Delafosse de 2008 à 2010) et à l'Université en licence 3 de Physique (Université Assane Seck de Ziguinchor de mars 2010 à janvier 2019) et en licence 3 Physique-Chimie (Université de Thiès depuis février 2019).

Cet ouvrage, intitulé *Physique nucléaire 1 : désexcitations nucléaires, réactions nucléaires spontanées*, est constitué de quatre chapitres. Chacun d'eux se termine par une série d'exercices corrigés.

Le [chapitre 1](#) est réservé aux généralités sur le *noyau atomique* visant à connaître les propriétés générales des noyaux. Il débute par une présentation des faits expérimentaux ayant conduit à la *découverte de l'électron* (particule β^-), du *proton*, du *neutron* et du *noyau* lui-même. Puis, le développement porte sur l'étude de la *constitution* et des *dimensions* du noyau. Enfin sont étudiées respectivement la *nomenclature des nucléides* et la *stabilité des noyaux*.

Le [chapitre 2](#) est dédié à l'étude des processus de désexcitation nucléaire. On y étudie en détail le *modèle en couches de nucléons* permettant de comprendre la structure discrète des niveaux nucléaires. Par la suite, l'étude porte sur les propriétés du *moment angulaire* et de la *parité*, sur les processus de *désexcitation gamma* et de *conversion interne* et sur le phénomène de la désexcitation par émission de nucléons. Une étude détaillée de la *formule semi-empirique de masse* de Bethe-Weizsäcker *via le modèle de la goutte liquide* et de l'*équation des paraboles de masse* pour A impair boucle le déroulement du chapitre.

Le [chapitre 3](#) est consacré à l'étude de la *radioactivité alpha* (α). Il débute par les faits expérimentaux ayant conduit à la découverte de la *radioactivité* elle-même, de la découverte de la *radioactivité α* et de la *radioactivité β^-* , du *positon* (particule β^+), du *neutrino* et sur les expériences de mise en évidence des *rayonnements α , β et γ* . Ensuite, le déroulement du chapitre porte sur l'étude de la *décroissance radioactive* et sur les propriétés de la *désintégration α* .

Le [chapitre 4](#) est réservé à l'étude des *modes de désintégration β^- et β^+* et à l'étude des *filiaisons radioactives*. Au début du chapitre sont présentés les faits expérimentaux ayant conduit à la découverte de la *radioactivité artificielle*. Ensuite, le développement est axé sur l'étude des propriétés de la *désintégration β* et sur le lien entre la désintégration β et la désintégration par *capture électronique*. De plus, sont étudiés dans ce chapitre la *double désintégration β* et le processus de *désexcitation atomique* par *effet Auger*. Par la

suite, l'étude porte sur la présentation des *séries radioactives* permettant d'introduire les *équations de Bateman*. Le mécanisme de *production de radionucléide* par bombardement nucléaire figure en bonne place dans le chapitre.

À la suite des quatre chapitres sont placées deux annexes. La première est réservée à la détermination de l'expression quantifiée de l'énergie de l'oscillateur harmonique quantique à trois dimensions en rapport avec le modèle en couches de nucléons à potentiel harmonique. Deux approches sont adoptées pour y parvenir. La première consiste à intégrer l'équation de Schrödinger appliquée à l'oscillateur harmonique quantique ; dans la seconde, nous adoptons une démarche opératoire plus souple en utilisant les opérateurs de création et d'annihilation. La seconde annexe porte sur un listing sous forme de tableaux des masses atomiques des isotopes de numéros atomiques $Z = 1-93$.

Cet ouvrage est rédigé à l'intention des professeurs de Sciences physiques officiant dans les établissements d'enseignement secondaire, aux étudiants en troisième année de Physique (licence 3 dans le cadre du système LMD) ainsi qu'aux enseignants des universités ayant en charge le module de physique nucléaire dans leurs programmes. Ce livre est écrit dans un langage clair et concis sous-tendu par un style pédagogique très original. Chaque chapitre débute par une présentation de l'objectif général, des objectifs spécifiques visés et des prérequis nécessaires pour la compréhension du chapitre à dérouler. De plus, chaque concept introduit ou loi introduite fait suite à une application directe pour une bonne compréhension des phénomènes et propriétés nucléaires étudiés. Le livre est parsemé de biographies succinctes de l'ensemble des penseurs ayant contribué au développement de la physique nucléaire en rapport avec les thématiques qui y sont développées.

Cet ouvrage ne fait pas le pari d'étudier tous les aspects liés à la compréhension des processus de désexcitation nucléaire et des propriétés des réactions nucléaires spontanées. Toutefois, il contient les bases fondamentales de la physique nucléaire relatives aux thématiques qui y sont étudiées. L'œuvre humaine étant perfectible, nous restons à l'écoute de nos lecteurs pour toute suggestion, remarque ou critique qui pourrait servir à améliorer la qualité scientifique du présent ouvrage¹.

1. aminafatima_sakho@yahoo.fr.