



Mémoire de fin d'études

PRESENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE : Master

Filière : Physique
Option : Physique des Matériaux

THÈME :
Absorption d'un photon par un noyau atomique

Préparé par : KAALOUL Khawla

Soutenu le :

Devant le jury :

Président :	Mr	Mechouma Farid	MAA	Université de BBA
Rapporteur :	Mr	Regaigui Gasmi	MAA	Université de BBA
Examineur :	Dr	Kebir Hadda	MCA	Université de BBA

Année Universitaire 2022-2023

DEDICACE

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

À l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père belgacem.

À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère malika.

Mes sœurs ahlem hassiba amira et Mes frères djamel oussama khaled imad qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

À ma grand-mère hadda, mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

À mon adorable cousine safa À tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant.

Mes beaux amis, sana imen nassima randa chaima rayan dont la présence rend mon cœur heureux. Je vous aime beaucoup. J'ai de la chance de vous avoir.

Et à toute sa gamille À mes amis : Au nom de l'amitié qui nous réunit, Et au nom de nos souvenirs inou-ia-les À tous ceux qui me sont chers.

REMERCIEMENTS

Avant tout propos, je remercie Allah le tout-puissant de m'avoir donné le courage et la volonté pour pouvoir élaborer ce travail et le présenter.

Ce travail a été réalisé à l'Université Mohamed El-Bashir Ibrahim

Je voudrais tout d'abord remercier mon encadrant prof Gasmi Regaigui à l'Université Al-Bashir Ibrahim, il était un modèle pour moi. Sa patience, son caractère à entendre, son soutien moral et sa disponibilité ont sauvé le navire de bien des tempêtes.

Moi aussi, tout au long de mes études de premier cycle.

Merci à tous les professeurs et tous les professeurs de l'institut. Ils trouvent ici toutes mes profondeurs

Leur gratitude pour leurs précieux efforts et leur aide tout au long de mes études universitaires, en particulier Dr Kebir Haddah pour sa confiance en moi.

Et aussi le président mechouma farid et les membres du jury kebir haddah pour l'acceptation d'un examen pratique

Notre sincère gratitude d'avoir accepté de l'évaluer.

Afin de n'oublier personne, que tous ceux qui m'ont aidé directement ou pourtant, que ce soit par leur amitié, leurs conseils ou leur soutien moral, vous trouverez chez ces

Quelques lignes exprimant ma profonde gratitude. Merci

Table des Figures

CHAPITRE I

Figure I.1 : le modèle atomique3
Figure I.2 : Structure de noyau6
Figure I.3. Expérience de Rutherford7
Figure I.4 : Diagramme de la stabilité des noyaux.8
Figure I.5: La désintégration α 9
Figure I.6: La désintégration β^- 9
Figure I.7: La désintégration β^+ 10
Figure I.8 : La réaction de fusion entre le deutérium et le tritium10
Figure I.9: La réaction de La fission.....11

CHAPITRE II

Figure II.1 : noyau d'atome14
Figure II.2 : Les rayonnements électromagnétiques16
FigureII.3: Classification des rayonnements.....16
Figure II. 4 : Imagerie médicale numérisée21
Figure II.5 : médicaments radio pharmaceutique.....22

CHAPITRE III

Figure III.1 : absorbance et spectre d'absorption.....25
FigurIII.2 : lois d'absorption (montage en transmission).....28
FigureIII.3:graphe de Variation du gain en fonction de coefficient d'absorption pour $n=5$31
FigureIII.4:graphe de Variation du gain en fonction de coefficient d'absorption pour $n=10$32
FigureIII.5:graphe de Variation du gain en fonction de coefficient d'absorption pour $n=20$32
FigureIII.6:graphe de Variation du gain en fonction de coefficient d'absorption pour $n=50$33

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II

Tableau I.1 : la masse et charge des particules.....5

CHAPITRE III

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III.1 : le gain pour $n=5$30

Tableau III.2 : le gain pour $n=10$ 30

Tableau III.3 : le gain pour $n=20$ 31

Tableau III.4 : le gain pour $n=50$31

Table des matières

<u>Introduction générale</u>	1
------------------------------------	---

CHAPITRE I*Généralités sur le noyau atomique*

<u>I.1. Introduction</u>	3
<u>I.2. Image classique de L'atome</u>	3
<u>I.3. Le noyau atomique</u>	4
<u>I.3.1. Rappels sur le noyau</u>	4
<u>I.3.2. Constituant de noyaux atomiques</u>	4
<u>I.4. Masses caractéristique d'atome</u>	4
<u>I.4.1. La masse de noyau</u>	5
<u>I.4.2. Le nombre de moles et le volume molaire</u>	5
<u>I.5. Structure de noyau atomique</u>	5
<u>I.5.1. L'expérience de Rutherford</u>	6
<u>I.6. Etats énergétiques des atomes et noyaux</u>	7
<u>I.6.1. La stabilité des noyaux</u>	7
<u>I.6.2. Modes de désintégrations radioactives</u>	8
<u>I.7. Les réactions nucléaires</u>	10
<u>I.7.1. La fusion</u>	10
<u>I.7.2. La fission</u>	11
<u>Références Bibliographiques</u>	12

CHAPITRE II*Les applications d'un noyau atomique*

<u>II.1. Introduction</u>	14
<u>II.2. Interaction des rayonnements – matière</u>	15
<u>II.2.1 Définition</u>	15
<u>II.3. Classification de rayonnement</u>	15
<u>II.3.1. Les rayonnements électromagnétiques</u>	15

<u>II.3.2. Les rayonnements particuliers</u>	16
<u>II.4. Les type d'interaction rayonnements- matière</u>	17
<u>II.4.1. Interaction des photons avec la matière</u>	17
<u>II.5. Interaction des neutrons avec la matière</u>	18
<u>II.5.1. Réactions nucléaires provoquées par les neutrons</u>	18
<u>II.6. Les déchets nucléaires</u>	18
<u>II.6.1. Définition des déchets nucléaires</u>	18
<u>II.6.2. Classification des déchets radioactifs</u>	19
<u>II.7. L'interaction médecine et physique nucléaire</u>	20
<u>II.7.1. L'imagerie médicale</u>	20
<u>II.7.2. Un radio pharmaceutique</u>	21
<u>Références Bibliographiques</u>	23

CHAPITRE III

Un noyau sous l'axe d'un photon.

<u>III.1. Introduction</u>	25
<u>III.2. Définition de l'adsorption</u>	26
<u>III.2.1 Types d'adsorption</u>	26
<u>III.2.1.1. Adsorption physique</u>	26
<u>III.3. Le photon</u>	26
<u>III.3.1. L'intensité du photon</u>	27
<u>III.3.2. Quantification des niveaux d'énergie de la matière</u>	27
<u>III. 4. Absorption atomique</u>	27
<u>III.5. Intensité d'Absorption par la loi de Beer-Lambert</u>	27
<u>III.6. Méthode de notre calcul</u>	28
<u>Références Bibliographiques</u>	33
<u>Conclusion générale</u>	34

Abbréviation

Å : unité de longueur valant 0,1 nanomètre, soit 10^{-10} mètre

n: nombre de mole.

m : masse de composé .

M : masse molaire du composé .

N : Le nombre de neutron.

p : Le nombre de proton.

A : nombre de nucléons de l'atome

V_m : le volume molaire

IRM : Imagerie par résonance magnétique

h : constante de Planck

μ : Coefficient d'absorption linéaire

$\mu_{\rho} = (\mu / \rho)$: coefficient d'absorption massique

G : coefficient de gain.

L : la perte

T : coefficient de transmission

R : coefficient de réflexion

Introduction générale

La physique est une branche des sciences concernant l'étude de la matière. Son objectif est de comprendre les principes de base qui régissent l'univers, En partant des plus grandes structures d'univers jusqu'aux plus petites particules au niveau atomique.

La physique atomique, une branche de la physique moderne spécialisée dans l'étude des atomes (la base de la matière) et qui explore la comparaison des atomes et leur interaction entre eux et avec le rayonnement lumineux. L'unité de base de la matière se compose d'un noyau central qui est composé de protons et de neutrons. Aussi au dort du noyau se trouve pleine d'électrons qui tournent autour du noyau à grande vitesse. Cet organigramme se permet de déterminer ses propriétés chimiques en plaçant sur le tableau périodique des éléments. (Les électrons se tournent autour du noyau existant à différents distance de l'ordre de l' A°).

La physique nucléaire occupe une place à part dans l'étude des différents niveaux d'organisation de la matière. Ses potentialités d'application dans les domaines militaire et énergétique ont favorisé son développement qui fut extrêmement rapide, ce qui a permis aux de la compréhension de la structure des noyaux atomiques et des interactions responsables de la stabilité ou de l'instabilité des divers isotopes jusqu'à l'astrophysique et aux applications médicales ou énergétiques, elle couvre aujourd'hui un domaine de recherche aussi vaste que varié

Ce mémoire est composé en trois chapitres.

- Au Chapitre I, nous avons présenté un rappel sur le noyau atomique. L'ensemble constitue la structure de l'atome et leurs constituants. Nous avons parlé sur les compositions d'un noyau atomique, les protons et neutrons (nucléides), et leur unité de masse (u) avec le défaut de masse et la stabilité du noyau Radioactivité et rayonnements, Les réactions nucléaires.
- Dans le second chapitre Rappels théoriques sur les applications du noyau atomique, domaines de recherche fascinants qui ont révolutionné notre compréhension de la structure et du comportement des atomes. Ces applications ont des implications importantes dans les domaines de la médecine, de l'énergie, de l'industrie et de la recherche fondamentale.
- Dans le troisième chapitre l'absorption d'un photon par un noyau atomique est un processus important en physique nucléaire qui permet de comprendre comment les noyaux interagissent avec la lumière. Lorsqu'un photon est absorbé par un noyau,

l'énergie du photon est transférée au noyau. On se trouve trois parties d'intensité lumineuse. Une partie transmis, réfléchi et une partie absorbée. Ce qui entraîne une excitation ou une désintégration du noyau atomique. Notre travail est achevé par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Généralités sur le noyau atomique

I.1. Introduction

L'atome est constitué d'un nuage électronique plus un noyau atomique qui est composé de neutrons et de protons ce qui définit le nombre atomique A . La forme ellipsoïde et sphérique permet de donner des idées sur la composition des noyaux. Les neutrons de charge neutre et protons de charge positive. Les modèles théoriques à ce jour sont basés sur des particules élémentaires composées de neutrons et de protons. La distribution de charge dans le noyau est symétrique, ce qui permet de la définir comme la géométrie d'analyse de masse de chaque noyau [1].

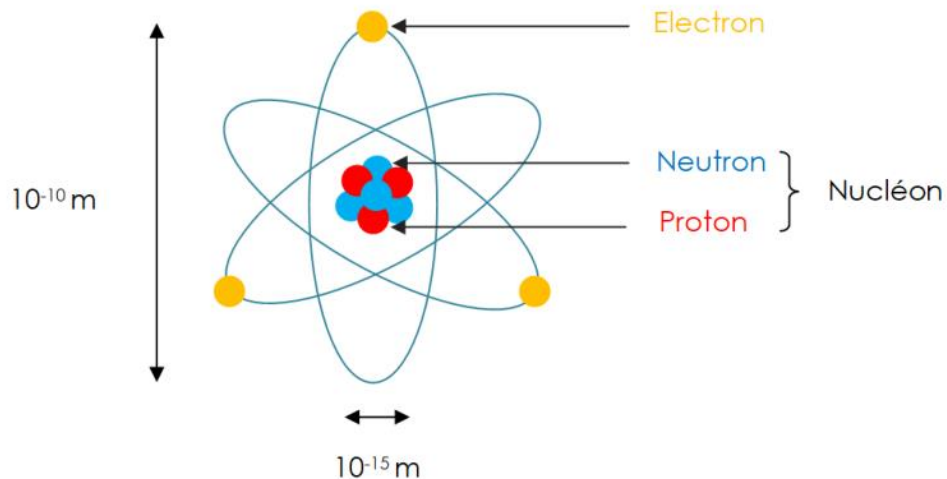


Figure I.1 : le modèle atomique [2].

I.2. Image classique de L'atome

Comme nous l'avons vu dans l'introduction à l'histoire, la structure de l'atome s'est progressivement développée avec la découverte de la radioactivité et la pléthore d'expériences de physique nucléaire qui ont marqué la première moitié du XX^e siècle. La première image à peu près pertinente est celle de l'atome de Bohr et Rutherford (1913) : il y apparaît comme un minuscule « système solaire » formé d'un noyau autour duquel gravitent des électrons comme les planètes autour du soleil. Ce modèle est intéressant car il introduit deux idées qui s'avéreront fondamentales en neutronique : le noyau est extrêmement petit par rapport à l'ensemble de l'atome : son diamètre est de l'ordre de 10^{-13} à 10^{-12} cm contre 10^{-8} cm pour l'atome, soit l'équivalent d'une petite bille au centre d'un terrain de football.

Ce noyau, cependant, contient presque toute la masse de l'atome ; c'est dire que sa densité est énorme : de l'ordre de 10^{14} g/cm^3 .

Autour du noyau gravitent des électrons, légères particules portant chacune une charge électrique négative et élémentaire. Le noyau porte autant de charges électriques élémentaires, mais positives, qu'il y a d'électrons, de sorte que, globalement, l'atome est normalement neutre.

La structure du cortège électronique détermine le comportement chimique des atomes ; la radioactivité par contre étudie l'ensemble des phénomènes en rapport avec des transformations portant sur le noyau atomique [3].

I.3. Le noyau atomique

I.3.1. Rappels sur le noyau

Thomson a découvert l'électron en 1897. Ernest Rutherford (Université de Manchester, Royaume-Uni) a découvert le noyau atomique entre 1909 et 1911. Rutherford a tiré un faisceau de particules α à haute énergie (particules émises par des substances radioactives naturelles) sur une fine feuille de métal, et il a observé la diffusion de ces α par le métal considéré. La désintégration radioactive (Becquerel et Curie) a permis de mieux comprendre les phénomènes de transmutation qui ont aidé à mieux classer les noyaux instables. Le développement de la physique nucléaire a fait un grand pas en ce début du XXème siècle [4].

I.3.2. Constituant de noyaux atomiques

Est l'état lié quantique du proton, charge unitaire, et du neutron, charge nulle. Ces deux particules, appelées collectivement nucléons, sont des fermions de spin 1/2 de masses voisines :

$$m_p c^2 = 939.56 \text{ MeV}, m_n c^2 = 938.27 \text{ MeV}.$$

Les nucléons sont liés par les forces nucléaires, de courte portée, suffisamment intenses et attractives pour vaincre la répulsion coulombienne des protons. Par comparaison avec l'intensité des forces électromagnétiques, les forces nucléaires sont appelées « interactions fortes ». Si les protons et les neutrons diffèrent à l'évidence pour ce qui est de leurs interactions électromagnétiques, leurs interactions fortes sont tout à fait semblables. Ce fait, sur lequel nous reviendrons, ainsi que la proximité de leurs masses, justifie l'appellation commune de « nucléon » pour ces deux partenaires. De même que les unités typiques de la physique atomique sont l'Angström et l'électronvolt, les échelles de la physique nucléaire sont le femto mètre (ou fermi), $1 \text{ Fm} = 10^{-15} \text{ m}$ et le $\text{MeV} = 10^6 \text{ eV}$. Les dimensions nucléaires sont de l'ordre de quelques Fermi et les énergies de liaison de quelques MeV c'est-à-dire environ 1% [5].

I.4. Masses caractéristique d'atome

Les masses atomiques sont exprimées en unités de masse atomique (uma). Par définition, un atome de carbone isotopiquement neutre a une masse égale exactement à 12 amu. On convient aussi de définir que 12g de l'isotope contient $6,023 \times 10^{23}$ atomes. On trouve alors : $uma = 1,6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$

<i>Particule</i>	<i>Symbole</i>	<i>Masse m (uma)</i>	<i>Charge q (e)</i>	<i>Interaction</i>
<i>Proton</i>	<i>p</i>	1.0072765	+1	Forte, faible, électromagnétique
<i>Neutron</i>	<i>n</i>	1.0086649	0	Forte, faible
<i>Electron</i>	<i>e⁻</i>	0.0005486	-1	Faible, électromagnétique
<i>Positron</i>	<i>e⁺</i>	0.0005486	+1	Faible ; électromagnétique
<i>Neutrino</i>	<i>ν</i>	0	0	Faible
<i>Antineutrino</i>	<i>ν̄</i>	0	0	Faible
<i>Photon</i>		0	0	électromagnétique

Tableau I.1 : la masse et charge des particules [6].

I.4.1. La masse d'atome

La masse atomique est égale à la somme des masses des constituants de l'atome :

$$m_{\text{noyau}} = Zm_e + Zm_p + Nm_n \text{ (kg)} \quad (I.1)$$

L'utilisation de cette unité n'est pas commode, des unités chimiques plus faciles à manipuler ont donc été choisies ; le terme de référence étant le carbone 12. Par définition, l'unité de masse atomique qu'on note *u. m. a* est : Le 1/12^{ème} de la masse d'un atome de carbone 12 (12C) [7].

I.4.2. Le nombre de moles et le volume molaire

Le nombre de mole est le rapport entre la masse du composé et sa masse molaire

$$1 \text{ mole (d'atomes, ions, molécules ...) } = 6,023 \ 10^{23} \text{ (atomes, ions, molécules ...)}$$

$$n = m/M \quad (I.2)$$

n: nombre de mole.

m : masse de composé en *g*.

M : masse molaire du composé en *g/mol*.

Cas des composés gazeux : Loi d'Avogadro-Ampère

Dans des conditions normales de température et de pression, une mole de molécules de gaz occupe toujours le même volume. Ce volume est le volume molaire (*VM*) : $VM = 22,4 \text{ l/mol}$ [8].

I.5. Structure de noyau atomique

Les atomes sont électriquement neutres car ils ont exactement le même nombre d'électrons et de protons. Le nombre d'électrons (ou de protons) dans un atome détermine ses propriétés physiques et chimiques. La matière est constituée d'atomes assemblés de manière plus ou moins régulière en molécules, cristaux, ou sous forme amorphe...etc. [9].

Les protons et les neutrons sont appelés des nucléons et leurs masses sont très voisines ($1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$). Le nombre de neutron N s'obtient par la différence :

$$N = A - Z \quad (I.3)$$

On représente un noyau par un symbole dans lequel ${}^A_Z X$ désigne l'élément chimique. Ces nucléons sont soumis à deux types de forces : une force électrostatique répulsive s'agissant entre les protons, des forces non électrostatiques attractives, d'origines pacifiquement nucléaire, agissant entre tous les nucléons et leur conférant une certaine énergie de liaison E_l , énergie qu'il faut dépenser pour les séparés complètement le nucléon des autres [10].

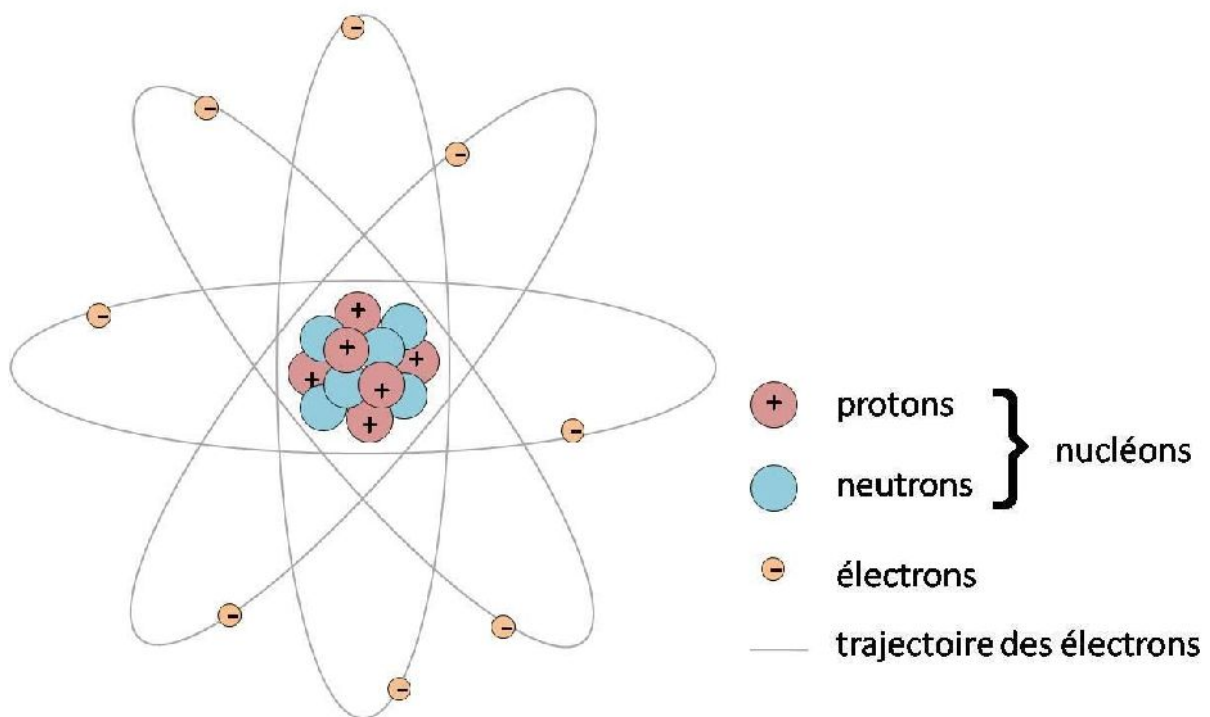


Figure I.2 : Structure de noyau [11].

I.5.1. L'expérience de Rutherford

Rutherford et ses collègues ont envoyé un faisceau de particules alpha (particules d'hélium à double charge contenant deux protons et deux neutrons) à partir d'une source de radon à travers une fine plaque d'or et ont observé le scintillement de la lumière sur l'écran. Irradiez jusqu'à ce que vous puissiez visualiser la collision avec. Au lieu de la répartition statistique gaussienne attendue avec la théorie du "plum-pudding", l'expérience montre que la plupart des particules traversent la feuille d'or sans déviation. Ernest Marsden et Hans Geiger découvrent en affinant cette technique que des particules α (1 sur 8000) sont déviées avec un angle supérieur à 90° . [12].

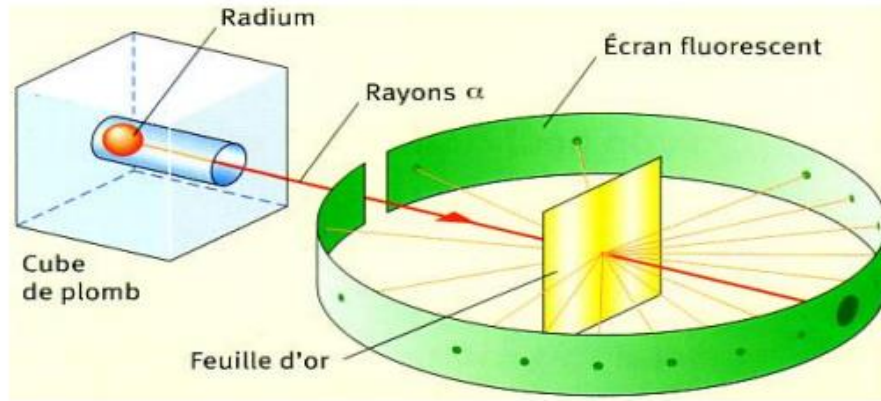


Figure I.3 : Expérience de Rutherford [13].

I.6. Etats énergétiques des atomes et noyaux

Les atomes sont dans un état fondamental ou un état excité. L'état excité est instable, conduisant à une désexcitation, entraînant une perte d'énergie excessive par rapport au niveau du sol à l'origine en une ou plusieurs étapes correspondant à des sauts d'énergie bien définis. Ces sauts se traduisent par des émissions de photons (rayonnements électromagnétiques) [14].

I.6.1. La stabilité des noyaux

La stabilité des noyaux est fonction du nombre de protons par rapport au nombre de neutrons.

On distingue en effet deux types de noyaux :

- ❖ **Les noyaux stables** : ils ont une composition en protons et neutrons qui leur confèrent une structure très équilibrée.
- ❖ **Les noyaux instables** : ces noyaux ont une composition en protons et neutrons qui rend leur architecture interne plus fragile ; leur structure se modifiera dans le temps, brutalement et spontanément : cette instabilité nucléaire est appelée radioactivité [15].

Le graphe de la figure ci-dessous présente la zone de stabilité par rapport aux valeurs de Z et N , ainsi que les zones d'instabilité relatives aux modes de désintégration alpha α , beta (β^+) et beta (β^-) dont l'explication sera détaillée plus avant dans ce chapitre.

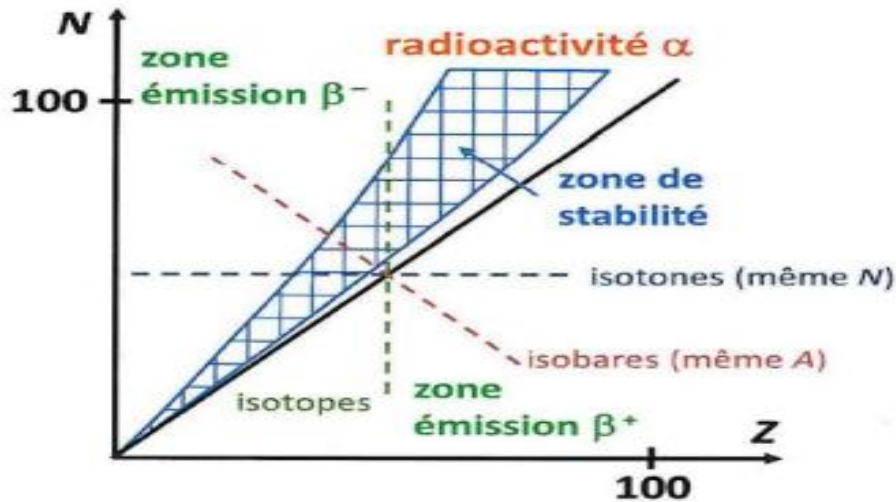


Figure I.4 : Diagramme de la stabilité des noyaux.

Les isotopes d'un même élément sont placés sur une même droite verticale dont la portion inférieure correspond à un excès relatif de protons, et la portion supérieure à un excès relatif de neutrons. Les atomes de même nombre de masse A ou isobare, se trouvent situés sur une même droite perpendiculaire à la bissectrice [10].

I.6.2. Modes de désintégrations radioactives

La radioactivité, ou la désintégration radioactive, est le phénomène physique de la transformation spontanée d'un noyau atomique instable X en un autre noyau Y (stable ou non), en émettant un rayonnement nucléaire (particule ou onde électromagnétique), avec un changement de l'un des trois valeurs : le nombre atomique Z , le nombre massique A , ou le niveau d'énergie nucléaire [16]. Le noyau instable, peut avoir plusieurs transformations successives avant d'arriver à un noyau stable. On parle alors de chaîne de désintégration. Une émission radioactive ne peut être ni arrêtée ni accélérée ni ralentir par aucun procédé physique ou chimique [17].

I.6.2.1. La désintégration α :

Ce mode de désintégration est propre aux noyaux instables qui sont trop lourds comme l'uranium et le thorium. Leur instabilité ne tient pas à une mauvaise répartition entre les neutrons et les protons, mais à un excès de nucléons. Le noyau a la possibilité d'éjecter un petit noyau dont la formation libère elle-même beaucoup d'énergie : c'est le noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$ constitué de deux protons et de deux neutrons solidement liés les uns aux autres. Telle est la particule α caractéristique de ce mode de désintégration. La transformation s'écrit selon la réaction suivante [18].

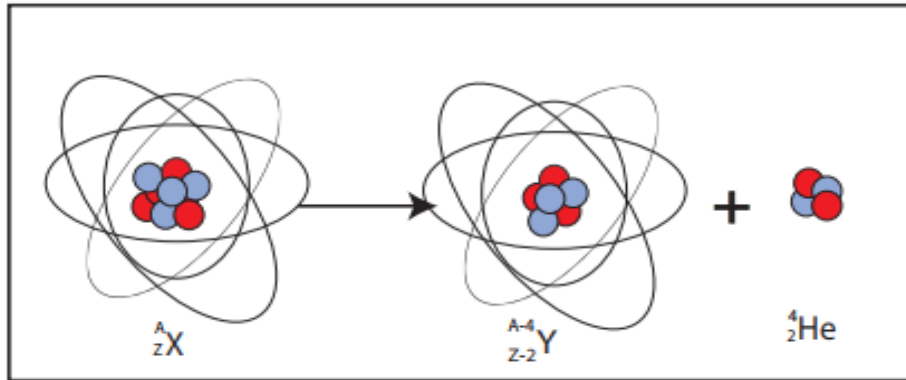
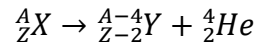


Figure I.5 : La désintégration α .

I.6.2.2. La désintégration β^-

Ce mode de désintégration est propre aux noyaux instables qui manifestent un excès de neutron. Dans le noyau, un neutron s'est donc transformé en proton, tandis que l'électron négatif qui a été créé est éjecté hors du noyau : c'est la particule β qui est accompagné de l'émission d'un antineutrino (particule de masse et de charge électrique nulle) [18].

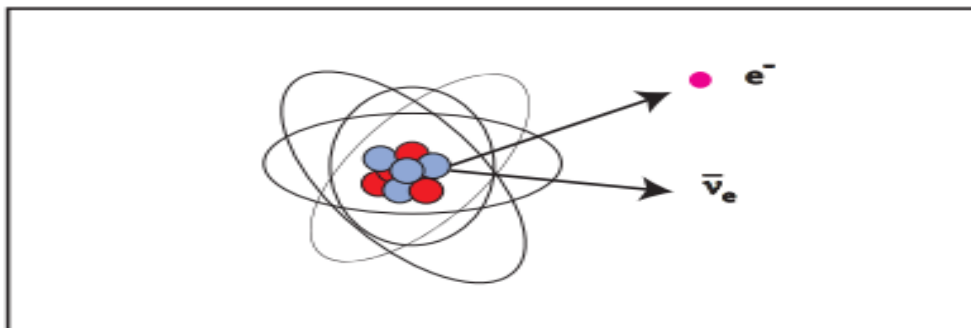
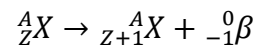
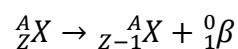


Figure I.6 : La désintégration β^- .

I.6.2.3. La désintégration β^+

Dans le noyau instable, un proton se transforme en neutron, avec création d'une particule qui doit être nécessairement positive : c'est l'électron positif, ou positron qui va être éjecté hors du noyau et accompagné de l'émission d'un neutrino [18].



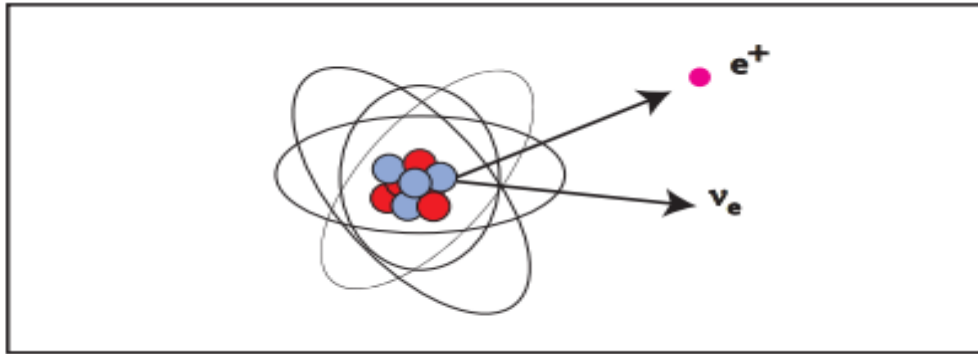


Figure I.7 : La désintégration β^+ .

I.7. Les réactions nucléaires

I.7.1. La fusion

La fusion est une réaction nucléaire dans laquelle les noyaux sont réunis en donnant naissance à un noyau plus grand. A cause de la force coulombienne répulsive, les deux noyaux doivent avoir une énergie cinétique suffisante pour surmonter la barrière coulombienne. La fusion nucléaire peut avoir lieu, avec des énergies cinétiques raisonnables, seulement pour les noyaux légers. La fusion est un des processus les plus importants dans le soleil et sa source d'énergie principale [20]. Exemple :



Barrière coulombienne mais les neutrons libres sont rares

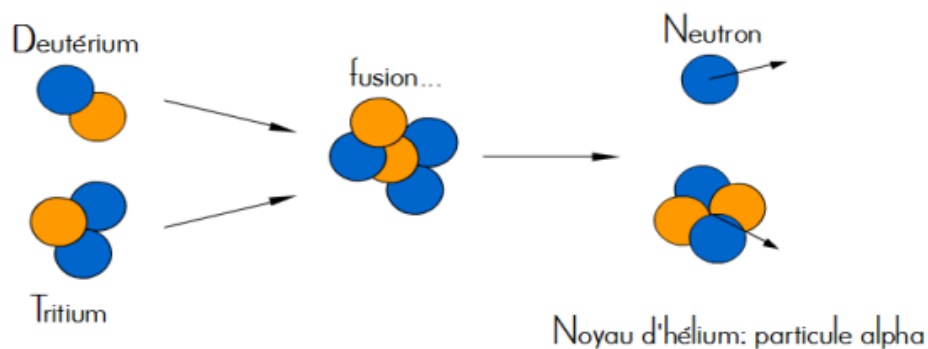
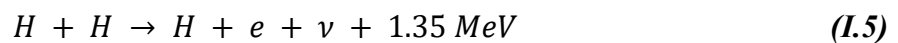
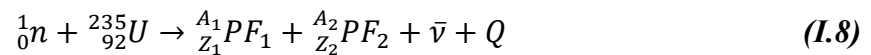


Figure I.8 : La réaction de fusion entre le deutérium et le tritium [20].

I.7.2. La fission

La fission est une réaction d'absorption particulière. Elle peut être provoquée ou spontanée, dans la fission spontanée, un noyau parent se brise en deux sans action externe [21]. Mais dans la fission provoquée une source de neutrons est nécessaire pour induire la réaction de fission des noyaux fissiles ou fertiles. La fission est une source d'énergie très élevée (de l'ordre de 200MeV), elle est accompagnée par l'émission d'un ou de plusieurs neutrons rapides, la grande partie de cette énergie est portée par les fragments de fission et le reste est cédée aux neutrons sous forme d'une énergie cinétique.

Exemple : la fission de U^{235} ou du Pu^{239} facilement réalisable, par des neutrons thermiques. La réaction de fission de U^{235} par exemple est donnée :



Où : $\bar{\nu}$: représente le nombre moyen de neutrons émis au cours de la fission ($\approx 2,5$).

Q : L'énergie libérée [22].

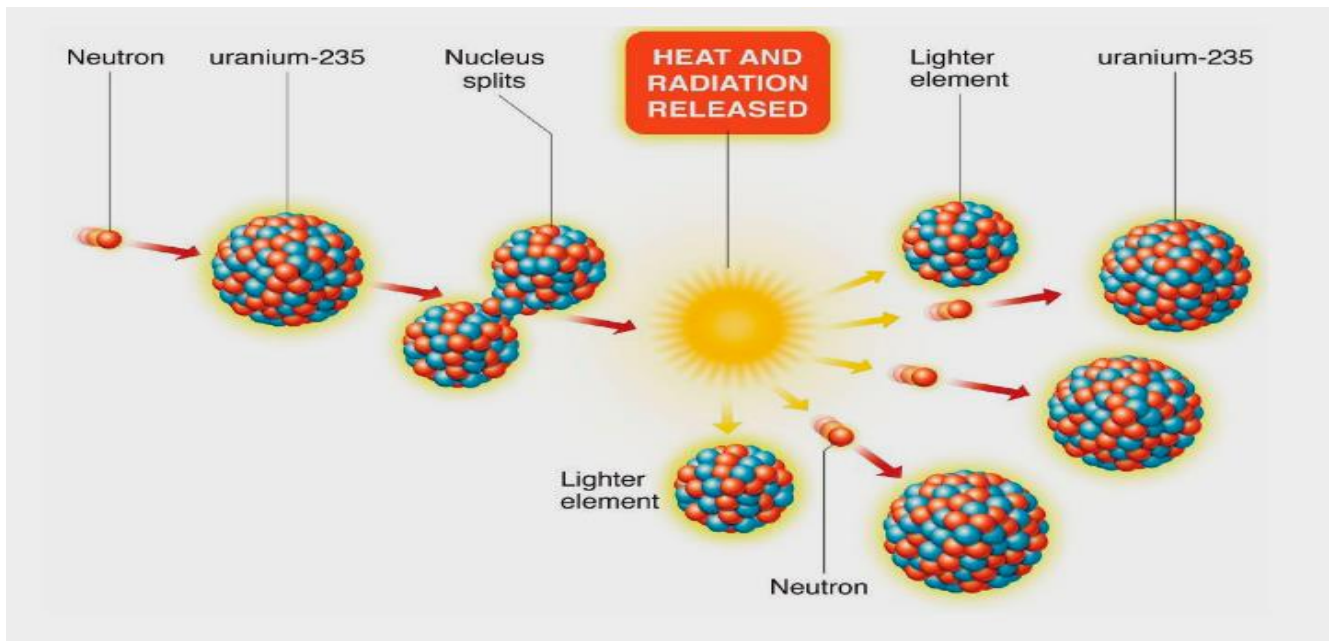


Figure I.9 : La réaction de La fission [17].

Références bibliographique

- [1] : Cours la structure de la matière Maitre de conférences .Boukara Yamina 2016-2017.
- [2] : www.lemanip.com 12/06/2023.
- [3] : Slimani A., Interaction des rayonnements avec la matière. Mémoire de master, Université ADRAR, 2015/2016.
- [4] : Cours & Travaux dirigés de Physique Nucléaire Prof. H. Taibi 2019-2020.
- [5] : Jean-Louis Basdevant, James Rich et Michel Spiro Énergie nucléaire Éditions de l'École polytechnique - Janvier 2002.
- [6] : Physique nucléaire appliquée Broché – Livre grand format, 30 mai 2017 de Frédéric Mayet
- [7] : cours Chapitre 1 : Structure de l'atome ; Constituants de la matière Université Mentouri 1 Dr. Chahra BOUCHAMENI ÉP Menhane.
- [8] : Structure de la matière Dr. NEMICHE NARDJESSE.
- [9] : Z. F. AKEL., Mesure Par Spectromètre Gamma A Bas Bruit De Fond De l'Activité Spécifique Des Eléments Radioactifs Présents Dans l'Environnement Application Aux Matériaux De Construction. Mémoire de Magister en physique Option : Application et rayonnement, Université Mentouri Constantine, 2008.
- [10] : BRAMKI A., Mesure Par Spectrométrie Gamma De La Radioactivité Naturelle Présente Dans Des Echantillons De L'environnement. Mémoire de Magister En Physique Option Rayonnement Et Applications, Université Mentouri Constantine, 2011.
- [11]:<https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/physique-chimie/seconde/structure-matiere/noyau-atome-v2.html>. 20/06/2023
- [12] : Agnès HOANG Kelly VANG Angèle NOH La structure de l'atome après l'expérience de Rutherford et la découverte du neutron en 1932.
- [13] : Frère Benjamin, Marique Pierre-Xavier, Rapport De Laboratoire De Physique, Expérience.
- [14] : MARNISSI A., Etude de la radioactivité des matériaux de construction d'une chambre construite avec des briques contenant du phosphogyps, Etude de la radioactivité. Mémoire d'ingénieur en géosciences option : ingénierie de l'eau, université de Tunis El Manar, 2007.
- [15] : H. HRICHI, Détermination de la radioactivité dans les coupes pétrolières et les déchets. Mémoire d'Ingénieur en Sciences Appliquées et en Technologie Option : Chimie Industrielle, Université du 7 novembre, Carthage, 2009.
- [16] : M. ELHASNI, Introduction au physique nucléaire, OPU, 1982.

[17] : DENDEN O., Mémoire de magister la radioactivité des eaux thermales de la willaya de Sétif, université Ferhat Abbas-Sétif ,2008/2009.

[18] : B. Laurence., Etude de la radioactivité des eaux potables de Bretagne et perspective d'évaluation du risque sanitaire éventuel lié au radon, BOHM Laurence Etude de la radioactivité des eaux potables de Bretagne et perspective d'évaluation. Mémoire d'ingénieur Option : génie sanitaire, Ecole Nationale de la santé publique DRASS de Bretagne,

[19] : Barbouchi A., Simulation monte carlo des techniques de tomographie en utilisant la plate-forme gate. Diplôme de mastère, université de Tunis El Manar 2006-2008.

[20]:<https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/physique-chimie/seconde/structure-matiere/noyau-atome-v2.html>.15/06/2023

[21]: Brian R Martin, Nuclear and Particle Physics an Introduction, UCL, 2006.

[22] : AZIZOU Abdellah., Développement d'un modèle semi-empirique pour calculer les sections efficaces des réactions nucléaires induites par les neutrons rapides. Mémoire de master, UDBKM, 2016.

CHAPITRE II

Les applications d'un noyau atomique

II.1. Introduction

La tendance, naturelle ou non, des noyaux atomiques à subir des transformations et l'énergie qui est ainsi dégagée ont de nombreuses applications civiles. La production d'énergie reste l'utilisation la plus connue de la physique nucléaire. Mais celle-ci est aussi employée dans de nombreux autres domaines, en particulier dans les sciences du vivant (biologie et médecine).

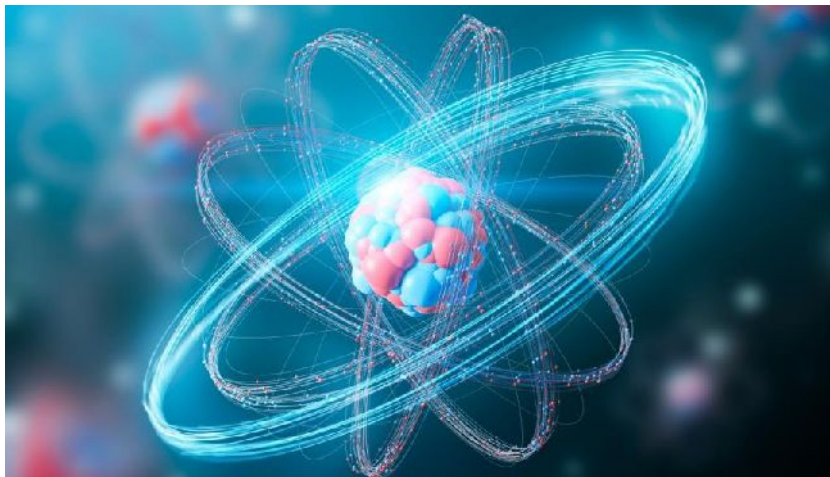


Figure II.1 : noyau d'atome.

II.2. Interaction des rayonnements – matière

II.2.1 Définition

De manière générale, le rayonnement ou rayonnement peut être défini comme le mode de propagation de l'énergie dans l'espace. Sous forme d'ondes électromagnétiques ou de particules. Les rayonnements ne peuvent être détectés et caractérisés que grâce à leurs interactions avec la matière dans laquelle ils se propagent. Ils peuvent céder au milieu qu'ils traversent, la totalité ou une partie de leur énergie au cours de ces interactions [1].

II.3. Classification de rayonnement

II.3.1. Les rayonnements électromagnétiques

Un rayonnement électromagnétique est un rayonnement de photons. Selon l'énergie transportée, il existe différentes catégories de rayonnement électromagnétiques qui définissent le spectre électromagnétique [2].

1. Rayonnement X créé par un noyau

Les rayonnements X sont similaires aux rayonnements γ , seul l'origine de ce rayonnement diffère. En effet, ce dernier résulte soit du freinage des particules β dans la matière soit du changement de niveau d'énergie des électrons dans les atomes [2].

2. Rayonnement γ

Le rayonnement γ accompagne la stabilisation des atomes ne présentant pas de déséquilibre baryonique. Nous noterons qu'en général, la désintégration γ suit une désintégration α ou β . Ce type de rayonnement a été mis en évidence par Paul Villard en 1900. Il est dû à une réorganisation des nucléons et de la charge électrique à l'intérieur du noyau. Ce rayonnement constitué uniquement de photons, est par conséquent purement énergétique [2].

3. Rayonnement de freinage

Emis par des interactions énergétiques électrons-noyau

4. Rayonnement d'annihilation

Emis par l'annihilation d'un positron avec un électron orbital [3].

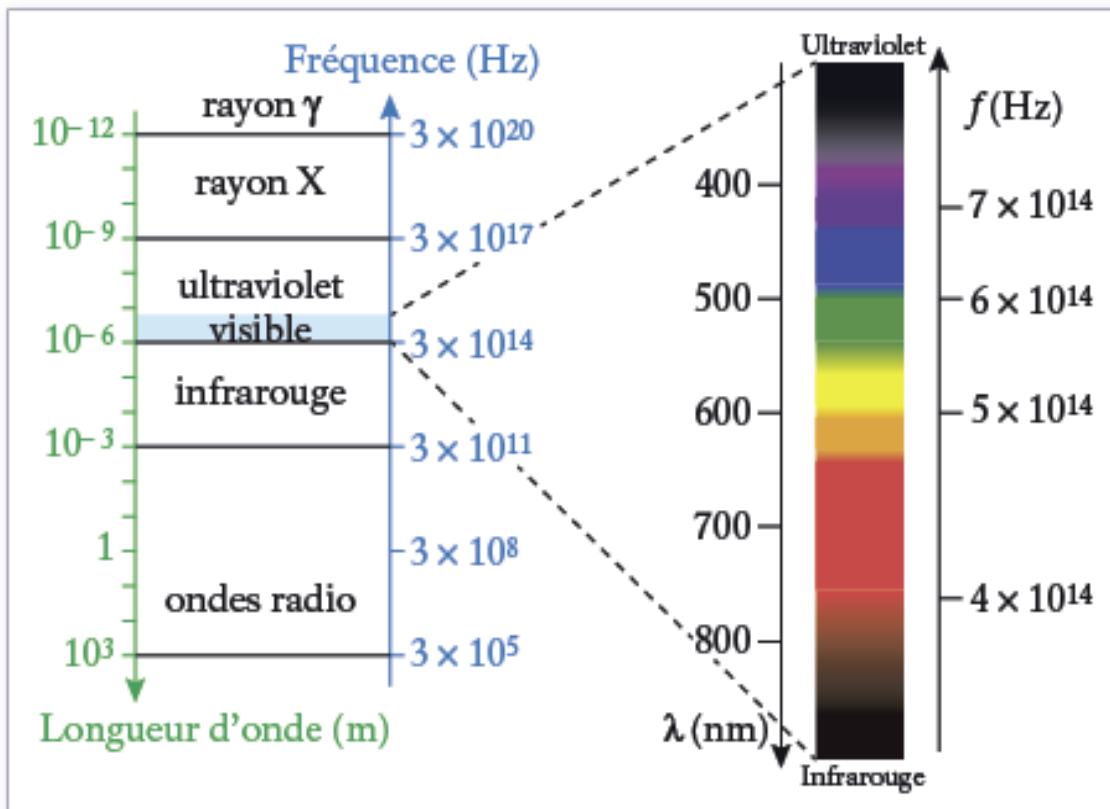


Figure II.2 : Les rayonnements électromagnétiques [4].

II.3.1.2. Les rayonnements particulaires

On distingue deux types :

1. Les particules chargées légères

Ce sont des électrons et ses antiparticules (des positrons). Ils proviennent de la conversion interne β^+ , β^- de l'émission de certains noyaux radioactifs, du mouvement des électrons soit directement par un accélérateur de particules, soit dans un second temps après interactions X ou photons dans la matière,

2. Les particules chargées lourdes

Sous cette étiquette, nous trouvons tous les noyaux subatomiques à haute énergie cinétique. Les noyaux sont sensibles dans certaines réactions nucléaires ou dans les accélérateurs pour gagner des énergies cinétiques élevées. Les particules chargées lourdes sont principalement des ions lourds et des noyaux lourds en tant que produits de fission et de réaction nucléaire, particules : $alpha(\alpha): 4He^{2+}$, $deutrons(d): 2H^+$, $protons(p): 1H^+$.

Les ions lourds comme ils sont produits artificiellement (accélérateur de particules ou réacteurs nucléaire), ils ont une origine naturelle, c'est le rayonnement cosmique. L'énergie totale de ces particules est donnée par la relation d'Einstein :

$$E = mc^2 \quad (\text{II.1})$$

Où m est la masse au repos de la particule et c la vitesse de la lumière ou « célérité » ($3.108m.s^{-1}$).

Cette énergie totale peut-elle même être décomposée de la façon suivante [5].

$$E = mc^2 = T + m_0c^2 \quad (\text{II.2})$$

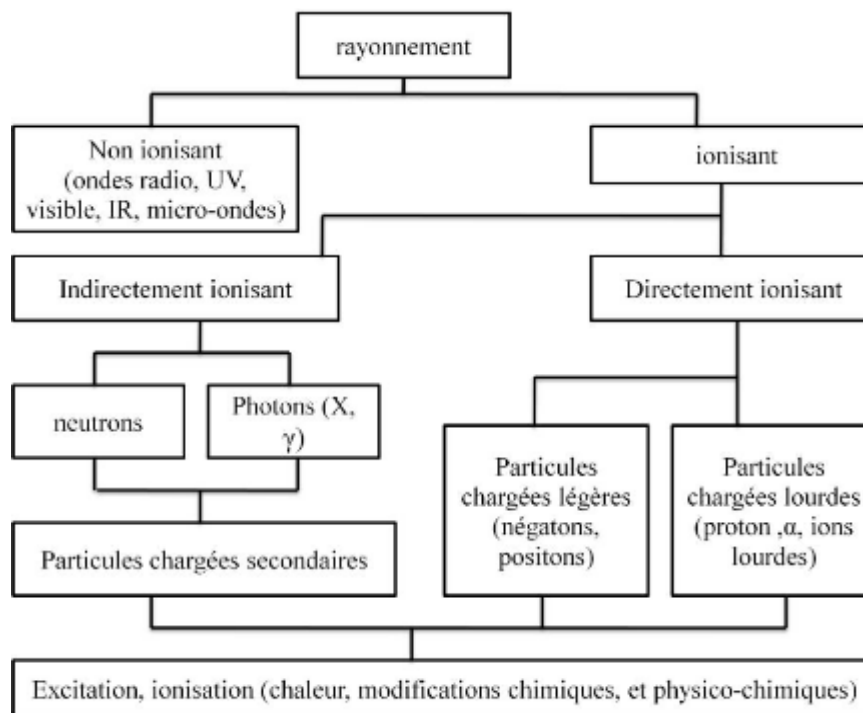


Figure II.3 : Classification des rayonnements [6].

II.4. Les type d'interaction rayonnements- matière

II.4.1. Interaction des photons avec la matière

Les photons peuvent interagir de différentes façons avec les électrons ou les noyaux de la matière. Les interactions avec les électrons sont la diffusion de Rayleigh, l'effet Compton et l'effet photoélectrique. Les interactions avec les noyaux sont l'effet de création de paires et les réactions photo-nucléaires [7].

II.5. Interaction des neutrons avec la matière

Les neutrons sont des particules élémentaires découvertes par James Chadwick en 1932. Il a été utilisé pour la première fois en 1946 par Clifford Schall comme outil pour des expériences de diffusion. Cette technique s'est depuis constamment développée pour concerner tous les aspects de la matière condensée : physique, chimie, matériaux, biologie. Il s'agit d'un outil tout à fait exceptionnel car le neutron possède des propriétés uniques et particulièrement adaptées pour ces études [8]. C'est une particule dont la charge électrique totale est nulle. Un neutron à l'état libre (non lié) est une particule instable. Il se transforme en un proton selon la désintégration bêta moins suivante : $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$; sa durée de vie de 925 secondes. Les neutrons pénètrent facilement dans la matière car ils sont insensibles à la barrière coulombienne. Lors de leurs interactions avec les noyaux, les produits de réactions peuvent être des particules chargées lourdes ou des photons. L'interaction d'un neutron avec la matière peut conduire à son absorption ou à une modification importante de sa trajectoire et de son énergie.

II.5.1. Réactions nucléaires provoquées par les neutrons

L'occurrence de ces réactions dépend des caractéristiques du projectile (énergie, spin...) et du noyau cible (élément, isotope...).

Donc selon les énergies des neutrons incidents, on peut observer

- ❖ Diffusion élastique (n, n).
- ❖ Diffusion in élastique (n, n').
- ❖ Transmutation (n, x).
- ❖ La capture radiative (n, γ) qui est la réaction la plus importante et qui est utilisée dans l'analyse par activation neutronique (NAA) [9].

II.6. Les déchets nucléaires

II.6.1. Définition des déchets nucléaires

La principale caractéristique des résidus non réutilisables des activités des centrales nucléaires quelles qu'elles soient : production d'électricité, recherche, médecine ou industries, la présence de produits radioactifs, qu'ils sont classés selon deux critères : - L'intensité de la radioactivité détermine l'importance des mesures de protection pour bien les gérer. - La demi-vie des éléments radioactifs, qui représente une réduction naturelle de la moitié du noyau de l'élément considéré [10].

II.6.2. Classification des déchets radioactifs

Chaque type de déchets radioactifs peut être classé selon des normes qui représentent le degré de risque, tel que le niveau d'activité et la demi-vie. Ces catégories sont importantes car elles aident à déterminer les méthodes de gestion de déchets. Bien que la classification des déchets puisse varier d'un pays à l'autre, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a établi six types de déchets [11]. Chaque classe sera brièvement décrite ci-dessous.

- **Les déchets à vie courte** ne contiennent que des radionucléides à vie courte, cependant, la concentration de ses activités dépasse le niveau d'exemption. Ils viennent de principalement des départements médicaux et de recherche. En raison de leur courte durée de vie, ils peuvent être stockés en attendant la décroissance radioactive puis traités selon ses propriétés physiques, chimiques et la biologie.
- **Les déchets à vie longue** qui contiennent une quantité importante de radionucléides dont la période est supérieure à 31 ans.
- **Les déchets de très faible activité contiennent** une quantité très faible de radionucléides. Une grande partie de ces déchets provient du démantèlement des dispositifs entrant dans le cycle du combustible (Autorité de sûreté nucléaire, 2010). Les déchets miniers entrent également dans cette catégorie.
- **Les déchets faiblement radioactifs** dépassent le seuil d'exemption. Ces déchets doivent être confinés robuste et durable pendant des centaines d'années. Leur origine est similaire aux déchets de très faible activité. Leur élimination est effectuée dans des installations spécialisées proches de la surface.
- **Les déchets de moyenne activité** contiennent des radionucléides pour le niveau de confinement fourni par l'installation à proximité de la surface et entre en contact avec la biosphère ne suffit plus. Cette décharge de déchets pénètre les radiations, il a donc besoin d'une protection pendant la manipulation transports. Ils viennent de principalement des activités de retraitement et de maintenance du combustible usé, et exploitation de l'usine de retraitement.
- **Les déchets de haute activité** contiennent des concentrations tellement élevées de radionucléides, qu'ils nécessitent le plus haut niveau de confinement. Il a été suggéré d'utiliser des formations géologiques profondes pour assurer un tel niveau d'isolation. La chaleur qu'ils dégagent en raison de leur forte radioactivité doit également être prise

en compte lors de la manipulation, du transport et du confinement. Ces déchets comprennent principalement les déchets de combustible usé ou leur retraitement [12].

II.7. L'interaction médecine et physique nucléaire

La découverte de la radioactivité artificielle par Irène et Frédéric Joliot-Curie en 1934 est à l'origine d'une nouvelle discipline physique. Cette découverte a conduit à la création d'isotopes radioactifs d'éléments constitutifs de la matière vivante et à leur utilisation comme traceurs. En 1936, le phosphore radioactif ^{32}P a été utilisé comme agent thérapeutique pour la leucémie. Quelques années plus tard, l'iode ^{131}I radioactif a été utilisé pour étudier la fonction thyroïdienne et, à partir de 1940, pour traiter certaines formes d'hyperthyroïdie. Ainsi, la physique nucléaire est définie comme la collection d'applications de matières radioactives dans des sources non scellées pour la recherche diagnostique, thérapeutique et médicale [13].

II.7.1. L'imagerie médicale

Les photons gamma sont très pénétrants et interagissent peu avec la matière. Ils sont utilisés pour l'imagerie médicale car ils pourront traverser le patient et atteindre les détecteurs placés à proximité du patient. A partir des rayonnements collectés, une image va être construite qui fournira des informations diagnostiques précieuses pour le médecin. Il existe deux types d'imagerie nucléaire en fonction de l'énergie des photons détectés et du traitement de ces photons pour la reconstruction de l'image [14].



Figure II. 4 : Imagerie médicale numérisée [15].

II.7.2. Un radio pharmaceutique

Est un médicament radioactif. Dans certains cas, un radionucléide possède des affinités naturelles avec le milieu et peut être utilisé seul. C'est le cas de l'iode ^{131}I qui est utilisé sans vecteur en thérapie pour le traitement de la thyroïde. Dans la plupart des cas, le radionucléide est couplé avec un vecteur. Le vecteur possédant des affinités avec les cellules ciblées va transporter le radionucléide jusqu'à celle-ci. L'émission de rayonnements/particules va donc être concentrée sur l'organe souhaitée. Le radionucléide possède les propriétés physiques permettant son utilisation dans le domaine médical de l'imagerie ou de la thérapie et le vecteur va permettre d'acheminer le radionucléide dans la région souhaitée. Par exemple, le ^{18}F largement utilisé en imagerie médicale est couplé avec un analogue du glucose. Les cellules cancéreuses consommant davantage de sucre que les cellules saines vont capter une grande quantité de ^{18}F qui sera visible à l'image. Grâce à la vectorisation, qui s'appuie sur un mécanisme biologique particulier, nous allons obtenir une imagerie fonctionnelle par opposition aux images morphologiques qui sont obtenues avec un scanner X, IRM ou l'échographie [16].

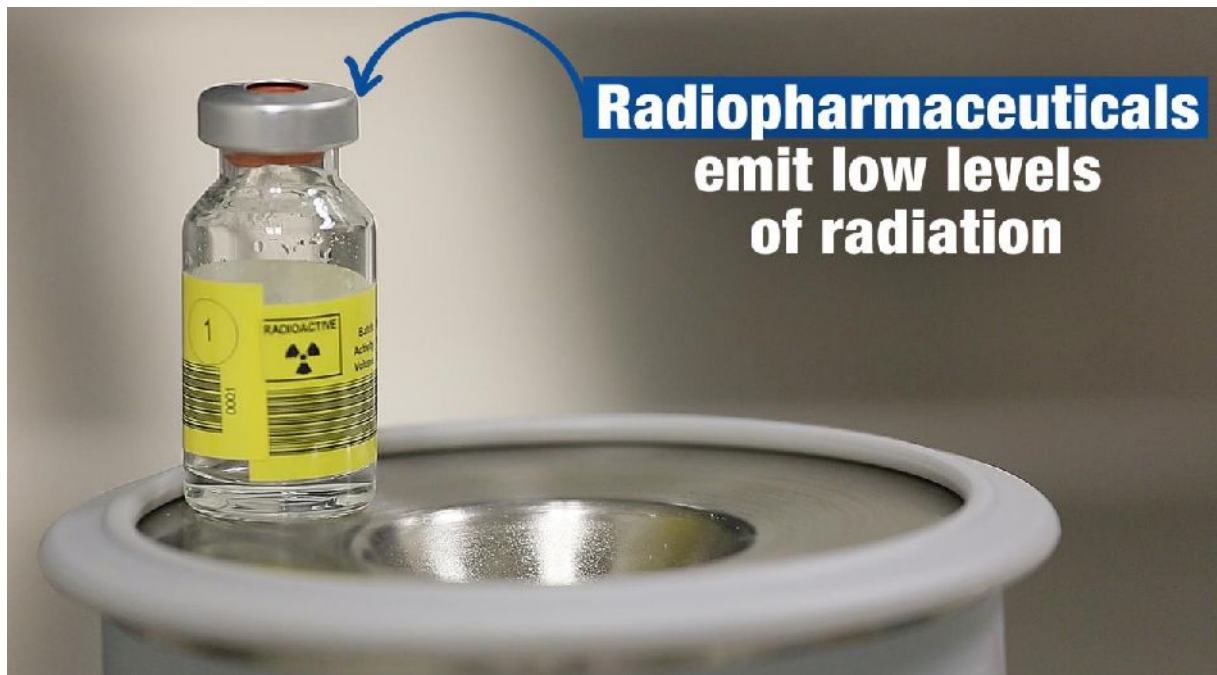


Figure II.5 : Les médicaments radio pharmaceutiques [17].

Références bibliographique

[1]: Alfa no, R.R., et al, Time-resolved and nonlinear optical imaging for medical applications. Annacad Sci, (1998) 838.

[2] : Tehami I., Base de donnée des rapports d'intensité des éléments atomiques $11 \leq Z \leq 96$ $\frac{K_{\beta}}{K_{\alpha}}$. Mémoire de master, université de Bordj Bou-Argeridj, (2018).

[3] : Merabtine W., Calcul semi-empirique du Rapport d'intensité d'émission de rayons X (K_{β}/K_{α}) par des photons. Mémoire de master, université de Bordj Bou-Argeridj (2020).

[4]: <https://www.annabac.com/revision-bac/caracteriser-les-ondes-electromagnetiques/10/06/2023>

[5] : Jimonet, C., & Métivier. H. Collectif : Principes de radioprotection : Réglementation. EDP SCIENCES (2006).

[6] : Pouthier T., Mise en évidence de cassures double brin de l'ADN induites par irradiation de kératinocytes humains en microfaisceau alpha (Doctoral dissertation, Université Sciences et Technologies-Bordeaux I) (2006).

[7] : Ziad F., simulations Monte - Carlo et étude micro dosimétrique pour des irradiations cellulaires a faibles doses en neutrons de 14 Me V. Thèse de doctorat, université Blaise pascal (2007).

[8] : Richi W., Calcul des corrections d'absorption des Neutrons par La Méthode de Monte Carlo sur des Echantillons de Poudres Cristallines. Diplôme de MAGISTER, Université 8 mai 1945 (2012-2013).

[9] : Slamene H., déperdition des neutrons par réactions non essentielles. Diplôme de Magister, Université Ferhat Abbas-Sétif (2008-2009).

[10] : J. Cooper, Quel déchets sont radioactifs AIEA BULLETEIN

[11] : La gestion des déchets en INB (www.istn.cea.fr) octobre 2012

[12] : M. Tubiana, Risques inhérents aux différentes sources d'énergie.

[13] : Jean-Louis BARAT, Dominique DUCASSOU, Nathalie VALL (NUCLEAIRE MEDECINE) encyclopédie universalise. Disponible sur : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/medecine-nucleaire/10/05/2023>

[14] : la radio activité disponible sur :

https://www.laradioactivite.com/site/pages/Imagerie_Nucleaire.htm05/04/2023

[15] : CENTRE MEDICAL LA CATHEDRALE <https://www.cmc-yaounde.com/fr/detail-service.php?ref=radiologie>

[16] : Etienne N., isotopes radioactifs produits par voies non conventionnelles. Thèse de doctorat, Université de Nantes (2019).

[17] : International Atomic Energy

Agency : <https://www.iaea.org/newscenter/multimedia/videos/radiopharmaceuticals-a-key-component-of-nuclear-medicine> 16/05/2023

Chapitre III

*Un noyau sous l'action d'un
photon*

III.1. Introduction

L'absorption est un phénomène physico-chimique se traduisant en particulier par une modification de concentration à l'interface de deux phases non miscibles. C'est un phénomène de surface par lequel des molécules de gaz ou de liquides se fixent sur les surfaces solides des adsorbants selon divers processus plus ou moins intenses. On appelle généralement «adsorbat» l'entité chimique qui s'adsorbe et «adsorbant» le solide sur lequel s'adsorbe l'adsorbat. L'adsorption d'une substance sur la surface d'un solide dépend principalement des propriétés texturales et structurales de ce dernière. On appelle désorption la transformation inverse de l'adsorption, par laquelle les molécules ou les atomes adsorbés se détachent du substrat [1].

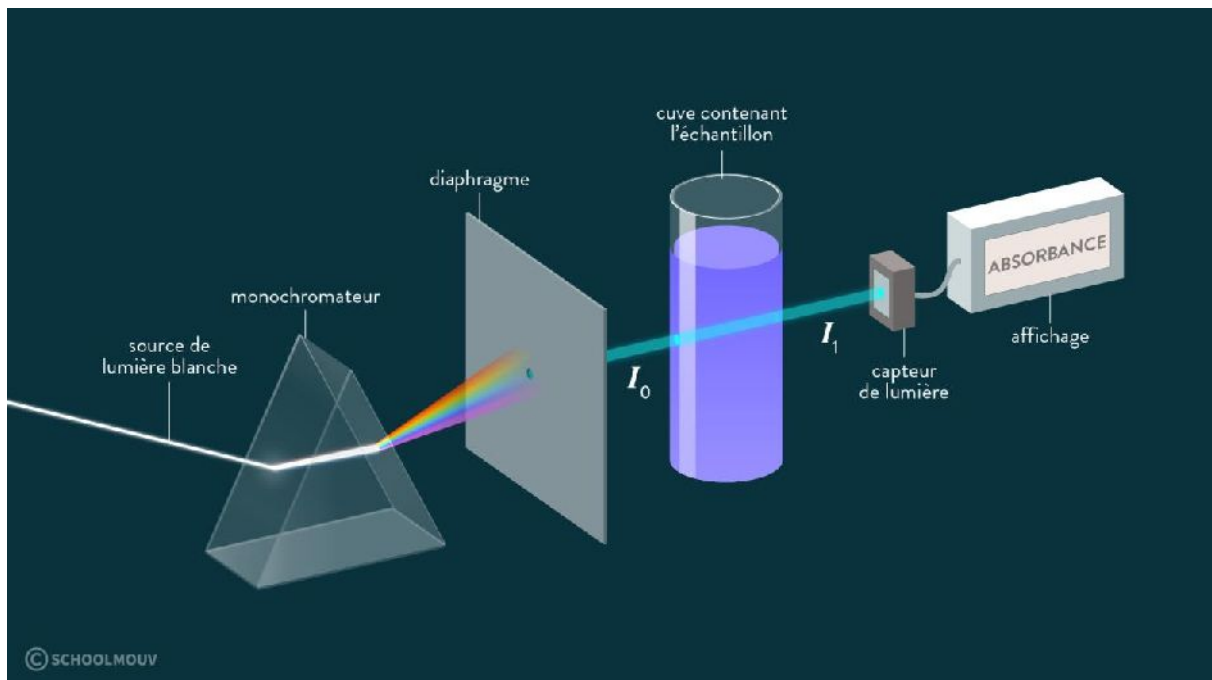


Figure III.1 : absorbance et spectre d'absorption

III.2. Définition de l'adsorption

L'adsorption est le processus au cours duquel des molécules d'un fluide (gaz ou liquide) viennent se fixer sur la surface d'un solide. La phase constituée de molécules adsorbées est appelée « soluté » ou « adsorbat » et le solide est nommé « adsorbant ». La surface du solide comprend les surfaces externes et internes engendrées par le réseau des pores et des cavités à l'intérieur de l'adsorbant [2].

III.2.1 Types d'adsorption

Suivant l'importance des énergies mises en jeu entre l'adsorbant et l'adsorbat, les forces responsables du phénomène d'adsorption peuvent être de nature physique ou chimique, conduisant ainsi à deux types d'adsorption : l'adsorption physique « physisorption » et l'adsorption chimique « chimisorption ».

III.2.1.1. Adsorption physique

L'adsorption physique ou physisorption met en jeu de très faibles interactions entre entités moléculaires comme les forces d'attraction de Van der Waals et des forces dues aux interactions électrostatiques de polarisation, elle est réversible et peu spécifique, L'adsorption physiques est rapide et généralement limitée par les phénomènes de diffusion [3].

III.2.1.2 Adsorption chimique

Dite chimisorption, est un phénomène irréversible dû à une liaison chimique forte de type covalente entre les atomes superficiels du solide et les molécules adsorbées. Ce type d'adsorption met en jeu des énergies d'attractions élevées, qui conduisent à des chaleurs d'adsorption élevées [3].

III.3. Le photon

Les photons sont des rayonnements indirectement ionisant. Dans les accélérateurs linéaires, ils sont produits par interactions des électrons avec la cible constituée de tungstène. Les photons sont des rayons X plus puissants que les électrons. Ils peuvent pénétrer plus profondément dans les tissus et sont donc indiqués pour le traitement de tumeurs localisées à l'intérieur de l'organisme [4].

III.3.1. L'intensité du photon

À toute onde électromagnétique on peut donc associer un corpuscule énergétique se propageant à la vitesse de la lumière, le photon. On admettra qu'une onde électromagnétique peut s'interpréter comme un « flux » de photons. L'énergie E d'un photon (en J) est liée à la fréquence ν du rayonnement par la relation :

$$E = h\nu \quad (\text{III.1})$$

Avec h une constante universelle appelée constante de Planck ($h = 6,63 \times 10^{-34} J \cdot s$).

III.3.2. Quantification des niveaux d'énergie de la matière

La découverte du photon et l'étude des spectres de raies atomiques ont permis aux physiciens de comprendre la structure des atomes. L'atome ne peut exister que dans certains états d'énergie bien définis caractéristiques de l'élément ; chaque- état est caractérisé par un niveau d'énergie. La perte d'énergie d'un atome excité passant du niveau d'énergie E_p vers un niveau inférieur E_n s'accompagne de l'émission d'un photon d'énergie tel que :

$$\Delta E = E_p - E_n = h\nu \quad (\text{III.2})$$

L'absorption d'énergie lumineuse par un atome ne peut se faire que si l'énergie du photon permet une transition d'un niveau E_n à un niveau supérieur E_p tel que :

$$\Delta E = E_p - E_n = h\nu \quad (\text{III.3})$$

III. 4. Absorption atomique

L'absorption atomique est le phénomène observé lorsqu'un atome à l'état fondamental absorbe un rayonnement électromagnétique à une longueur d'onde spécifique et passe à un état excité. Il en résulte un spectre de raies noires sur fond clair (Spectre d'absorption) [5].

III.5. Intensité d'Absorption par la loi de Beer-Lambert

Un rayonnement électromagnétique traversant un milieu subit plusieurs modifications. Une partie du faisceau est réfléchi, une autre est absorbée et transformée en chaleur par interaction avec la matière, le reste passe à travers le milieu soumis au rayonnement mis en jeu et à l'élément chimique soumis au rayonnement.

On définit la transmittance comme étant le rapport de l'intensité de la lumière transmise (I) sur l'intensité de la lumière incident (I_0)

$$I = I_0 e^{-\mu x} = I_0 e^{-\rho \mu_{\rho} x} \quad (\text{III.4})$$

Avec

μ : Coefficient d'absorption linéaire (cm-1).

$\mu_{\rho} = (\mu / \rho)$: coefficient d'absorption massique (cm².g-1). Et μ : Le coefficient d'absorption massique.

Contrairement au coefficient d'absorption linéaire, ne dépend pas de l'état dans lequel se trouvent les éléments absorbants (liquide, solide ou gazeux). Et de ce fait, sont faciles à tabuler. Il se trouve que l'effet photoélectrique, en général, est le mécanisme le plus prépondérant dans le phénomène d'absorption des rayons X par la matière. Etant donné que l'absorption est un phénomène atomique, le coefficient d'absorption d'un composé ou d'un mélange, est la somme des coefficients atomiques de chaque élément, multiplié par le nombre d'atomes correspondants. Il en résulte une règle d'addition des coefficients d'absorption massiques [6].

III.6. Méthode de notre calcul

III.6.1. Application de la loi de Beer- Lambert

$$I_t = I_0 e^{-ar} \quad (\text{III.5})$$

C'est un dire

$$|I_t|^2 = |I_0|^2 e^{-2ar} \quad (\text{III.6})$$

$$|T_0|^2 = \frac{|I_t|^2}{|I_0|^2} e^{-2ar} \quad (\text{III.7})$$

Avec a : coefficient d'absorption. Et r coefficient de réflexion.

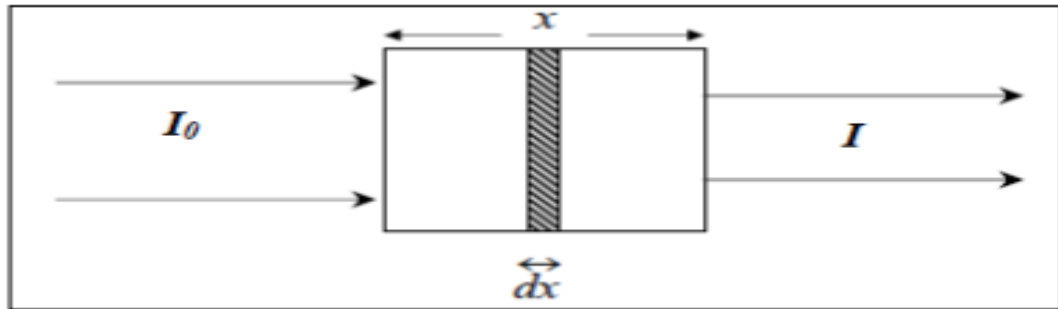


Figure III.2 : lois d'absorption (montage en transmission)

D'après la loi de conservation de l'intensité lumineuse de l'interaction du noyau et le faisceau de la lumière

$$|T|^2 + |R|^2 + |L|^2 = 1 + |G|^2 \tag{III.8}$$

Puisque la dimension du noyau est de l'ordre de fermi mètre, alors le système de couches est applicable sauf pour le cas suivant

$$|T|^2 = |T_1|^2 + |T_2|^2 \dots \dots \dots + |T_n|^2 \tag{III.9}$$

On applique le système de couche pour la couche externe, on trouve

$$|T_0|^2 + |R|^2 = 1 \tag{III.10}$$

$$|R|^2 = 1 - |T_0|^2 = 1 - e^{-2ar} \tag{III.11}$$

Aussi

$$|T|^2 = e^{-2ar} + e^{-2(2ar)} + \dots \dots \dots + e^{-n(2ar)} \tag{III.12}$$

$$|T|^2 = e^{-2ar} \frac{1 - e^{-2nar}}{1 - e^{-2ar}} \tag{III.13}$$

Ou G est coefficient de gain.

T est coefficient de transmission.

Lest de perte

Partie 1 : Pour améliorer notre étude nous avons distingué de cas

Si $L \neq 0$, on trouve que quel que soit G

$$|L|^2 < 0$$

C.-à-d. impossible d'absorber des photons par le noyau atomique.

Partie 2 : Si $L = 0$,

La loi de conservation de l'intensité devienne

$$|T|^2 + |R|^2 = 1 + |G|^2 \tag{III.14}$$

Alors

$$|G|^2 = e^{-2ar} \frac{1 - e^{-2nar}}{1 - e^{-2ar}} - e^{-2ar} \tag{III.15}$$

Pour la suite de notre étude on va étudier l'équation (III.12) en en fonction de l'intensité en changement de (ar) .

Avec a est coefficient d'absorption, et r coefficient de réflexion.

Tableau III.1 : le gain

(n=5)

n= 5	
$ G ^2$	ar
2.036	0.1
3.73	0.01
3.972	0.001
3.997	0.0001
3.999	0.00001
3.999	0.000001
3.999	0.0000001
3.999	0.00000001
3.999	0.000000001
3.999	1E-10
4	1E-11
4	1E-12

Tableau III.2 : le gain

(n=10)

n= 10	
$ G ^2$	ar
3.086	0.1
7.992	0.01
8.892	0.001
8.989	0.0001
8.998	0.00001
8.999	0.000001
8.999	0.0000001
8.999	0.00000001
8.999	0.000000001
8.999	1E-10
9	1E-11
9	1E-12

Tableau III.3 : le gain

(n=20)

n= 20	
$ G ^2$	ar
3,615	0,1
15,339	0,01
18,587	0,001
18,958	0,0001
18,995	0,00001
18,999	0,000001
18,999	0,0000001
18,999	0,00000001
18,999	0,000000001
18,999	0,0000000001
19	1E-10
19	1E-11
19	1E-12

Tableau III.4 : le gain

(n=50)

n= 50	
$ G ^2$	ar
3,697	0,1
30,31	0,01
46,535	0,001
48,746	0,0001
48,974	0,00001
48,997	0,000001
48,999	0,0000001
48,999	0,00000001
48,999	0,000000001
48,999	0,0000000001
48,999	1E-10
49	1E-11
49	1E-12

Après le calcul on va tracer $|G|^2$ en fonction de (ar) pour n=5, n=10, n=20, n=50

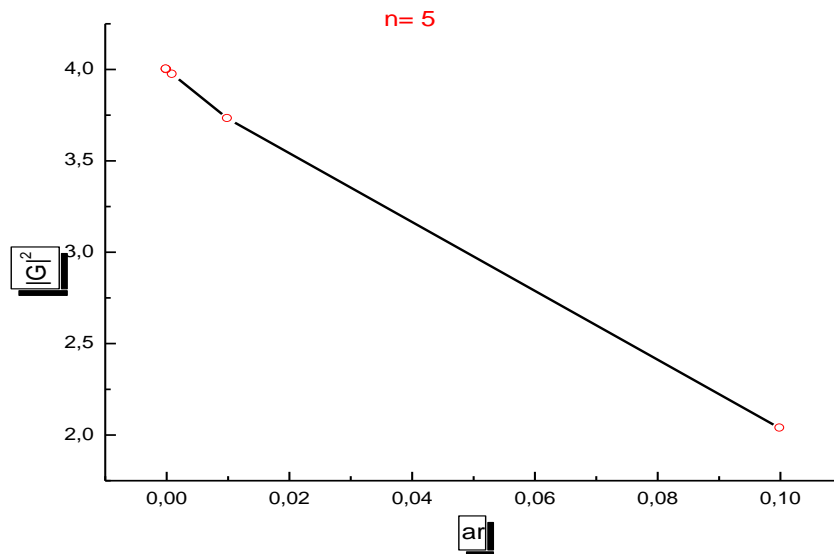


Figure III.3 : graphe de Variation du gain en fonction de coefficient d'absorption pour n=5

La figure précédente représente le graphe de $|G|^2$ en fonction de (ar) pour n=5. Ce graphe descend progressivement vers l'axe de (ar) avec une faible courbure au point ar=0,01. Ce qui implique que pour un noyau atomique il y a conservation de l'intensité.

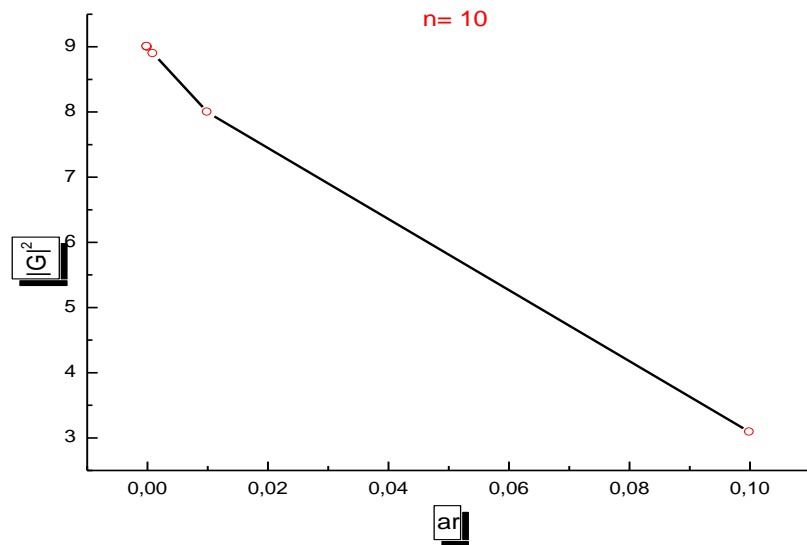


Figure III.4 : graphe de Variation du gain en fonction de coefficient d'absorption pour $n=10$
 Le graphe représente une progression descendante vers le zéro. On peut remarquer que la courbure de graphe et dépend du nombre de couche considérée dans notre noyau atomique.

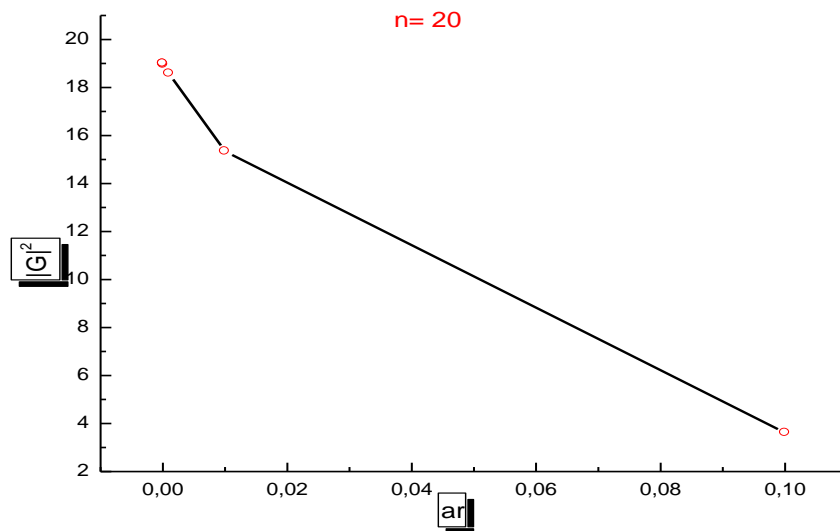


Figure III.5 : graphe de Variation du gain en fonction de coefficient d'absorption pour $n=20$
 La courbe de la figure représente une courbure plus large, ce qui implique qu'au voisinage d' $ar=0.0$ la descente plus grande. Au voisinage de $ar=0.10$ on trouve une valeur presque nulle pour le gain.

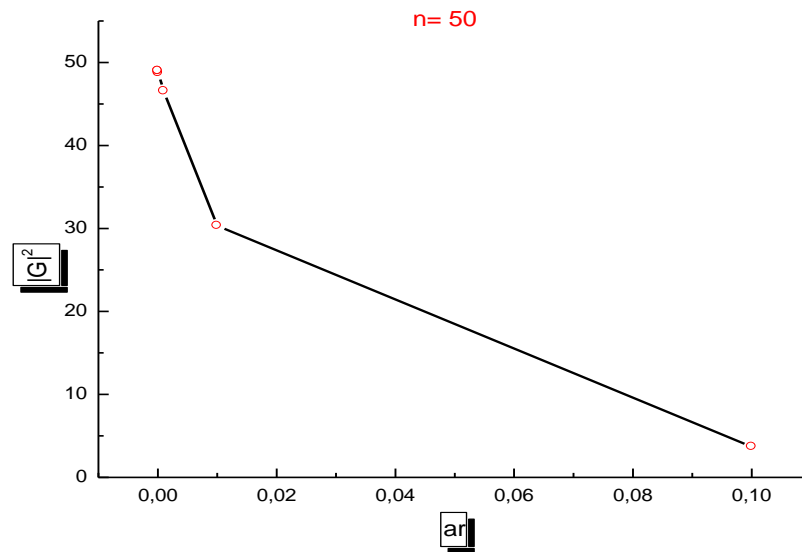


Figure III.6 : *graphe de Variation du gain en fonction de coefficient d'absorption pour $n=50$*

Le graphe représente une grande descende à la fonction du nombre des couches. Par conséquent, on peut dire qu'il y a deux régions pour le gain en intensité (région différent de zéro et une région égale zéro. Pour bien comprendre nos résultats de calcul sur les figures III.2, III.3, III.4, III.5 que le gain est relié au nombre de couche considéré.

References Bibliographies

[1] : L. NAIDJA, Elimination du colorants orange en solution aqueuse, par voie photocchimique et par adsorption, Constantine : Université de Mentouri, 2010.

[2] : AMEN, adsorption-définitions et explications, Techno-Science.net.

[3] : N. BOUZIANE, « Elimination du 2-mercaptobenzothiazole par voie photochimique et par adsorption sur la bentonite et le charbon actif en poudre, » Constantine.

[4] : Baptiste blanpain : vers un calcul en temps réel de la dose dans un fantôme segmente en mailles homogènes. Thèse de doctorat, université de Toulouse, 07 octobre 2009.

[5] : cours Spectrométries d'absorption et d'émission atomiques Pr. Maghchiche

[6] : Aline GRATIEN, 2008 « spectroscopie ultraviolet-visible et infrarouge de molécule clé atmosphérique », Université de paris, PARIS, 300 pages.

Conclusion générale

Nous avons présenté dans ce travail les résultats des calculs du gain en fonction de coefficient d'absorption en utilisant la loi de Beer- Lambert et on applique le système de couche pour différentes noyaux ($n=2$, $n=10$, $n=20$, et $n=50$).

Un faisceau lumineuse monochromatique traverse une couche de matière (un noyau atomique). Une part de l'énergie rayonnante passera à travers ce système (énergie transmise), mais une partie sera réfléchiée et une autre absorbée. Nous avons trouvé que lorsque le gain égale zéro impossible de trouver une absorption quel que soit le coefficient d'absorption. Si on augmente le successivement le gain aussi impossible d'avoir une absorption.

Le but de ce travail a été de rendre compte des phénomènes d'interaction entre les composant d'un noyau atomique et la lumière. Le faisceau traverse un écran d'épaisseur (r) : certains photons vont être absorbés, d'autres diffusés qui sera transmis. Les photons travers le noyau sera deviser en trois partie ; partie réfléchiée, une partie transmis par contre la partie absorbée sera presque négligée. On trouve que le gain presque nul pour les coefficients d'absorptions grand. On remarque qu'il y a une relation proportionnelle inverse entre le gain et le coefficient d'absorption. Lorsque, on tenir compte la perte (absorption) implique que le gain est différent de zéro.

Comme perspective l'étude du phénomène d'absorption d'un noyau atomique est basée sur l'introduction de ses constituants élémentaires (physique des particules).

Résumé

Dans ce travail, nous avons étudié le gain est calculé en fonction du coefficient d'absorption en utilisant la loi de Beer-Lambert et le système de couches pour différents cas où nombre de couches ($n=2$, $n=10$, $n=20$, $n=50$) Nous avons utilisé un faisceau de lumière monochromatique traversant une couche de matière (noyaux). Une partie de l'énergie rayonnante traversera le système (énergie transmise), mais une partie sera réfléchiée et une partie sera absorbée presque nulle et une partie gagnée. Les résultats obtenus sont très acceptables par rapport aux résultats précédemment publié.

Mots clés : gain, absorption, transmission, réflexion

Abstract

In this work, we studied the gain is calculated as a function of the absorption coefficient using the Beer-Lambert law and the layer system for different cases or number of layers ($n=2$, $n=10$, $n=20$, $n=50$) We used a beam of monochromatic light passing through a layer of matter (nuclei). Some of the radiant energy will pass through the system (transmitted energy), but some will be reflected and some will be absorbed near zero and some will be gained. The results obtained are very acceptable compared to previously published results.

Keywords: gain, absorption, transmission, reflection

المخلص

في هذا العمل، تم حساب الكسب كدالة لمعامل الامتصاص باستخدام قانون بير ومبارت ونظام الطبقة للحالات المختلفة أو عدد الطبقات، $n=2$ ، $n=5$ ، $n=10$ ، $n=20$ ، $n=50$ ، باستخدام شعاعاً من الضوء أحادي اللون يمر عبر طبقة من المادة (نوى). سوف تمر بعض الطاقة المشعة عبر النظام (الطاقة المرسلّة)، لكن بعضها سينعكس والبعض سيتم امتصاصه بالقرب من الصفر وسيكتسب البعض الآخر. النتائج التي تم الحصول عليها مقبولة للغاية مقارنة بالنتائج المنشورة مسبقاً.

الكلمات المفتاحية: الربح، الامتصاص، الانتقال، انعكاس.