

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed El Bachir Elibrahimi –Bordj Bou Arreridj
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département Sciences de la Matière

جامعة محمد البشير الإبراهيمي « برج بوعريريج »
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم علوم المادة



Mémoire de fin d'études

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

Filière : physique
Option : physique des matériaux

THÈME:
*L'énergie nucléaire et ses
applications*

Préparé par :
Zohir DEFFAF
Fares GRINA

Encadré par :
Pr. Abdelouaheb BENTABET

Soutenu le :/...../2015

Année Universitaire 2014-2015



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.

En effet, le présent mémoire de licence n'aurait pu avoir le jour sans la contribution de nombreuses personnes, dont nous nous font aujourd'hui un plaisir et un devoir de les remercier.

*Je suis reconnaissante à nos encadreur Pr. **Bentabet Abdelouahab** Qui nous a aidé à progresser dans notre recherche grâce à ses conseils, Directifs, son esprit critique et son soutien tout long de la réflexion de Cette recherche .et qui a bien voulu assurer le suivi de notre étude à Travers son encouragement et ses précieux conseils qui ont été très Utiles dans l'élaboration de cette recherche.*

Nous tenons à remercier vivement tous nos enseignants qui ont aidé à l'accumulation des connaissances nécessaires durant le cursus universitaire.

Finalement, nous remercions vivement les membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.

MERCI

DEDICACE

Avec tous nos sentiments, nous voudrions dédier cet ouvrage à NOS TRÈS CHERS PARENTS car sans leurs soutiens et leurs patiences, nous ne serions jamais arrivés à ce niveau. Merci de nous avoir tant donné. Nous vous porterons toujours dans nos cœurs.

A toute la Famille GRINA

A Mon père SALAH et à ma très chère mère LOUIZA

A mon cher trésor, ma raison de vivre et le plus beau cadeau que Dieu m'ai offert dans cette vie Mes amis Zohir, Bilal, Rochdi, abed el Momen, Khaled, Anis, ABED EL DJALIL pour tout ce que nous avons vécu de beaux et de pire et pour que tout ce qui nous reste à vivre en Bonheur et de succès .

✓ *A mon cher frère : Ali*

✓ *A mon cousin : Rachid, soufian et Riadh*

A toutes ma grande famille

A mes préférés: Dhiaa, Houssam, Zohir , Ossama,

A mes Chers collègues : Imad, Omar, Bachir, Mohamed

A toutes les personnes que nous connaissons.

DEDICACE

Avec tous nos sentiments, nous voudrions dédier cet ouvrage à NOS TRÈS CHERS PARENTS car sans leurs soutiens et leurs patiences, nous ne serions jamais arrivés à ce niveau. Merci de nous avoir tant donné. Nous vous porterons toujours dans nos cœurs.

*A toute la Famille **DEFFAF***

*A Mon père **DJELLOUL** et à ma très chère mère **REBHE**.*

*A mon cher trésor, ma raison de vivre et le plus beau cadeau que Dieu m'ai offert dans cette vie Mes amis **Fares, Bilal, Rochdi, abed el Momen, Khalel, Anis, ABED EL DJALIL** pour tout ce que nous avons vécu de beaux et de pire et pour que tout ce qui nous reste à vivre en Bonheur et de succès .*

✓ *A mon cher frère :Rédha*

✓ *Amon cousin Mohamed, Bilal et Aissa*

A toutes ma grande famille

*A mes préférés: **ADEL, IBRAHIM , YAKOUB , MAHDI, HOCIN***

*A mes Chers collègues : **SALIM, OSSAMA, MOSSA, WALID***

A toutes les personnes que nous connaissons.

Sommaire

| Titre | Page |
|----------------------------|------|
| Liste des tableaux..... | i |
| Liste des figures | ii |
| Introduction générale..... | 01 |

Chapitre I : GENERALITES SUR L'ENERGIE NUCLEAIRE

| | |
|---|----|
| I.1/L 'énergie nucléaire | 03 |
| I.2/ Organisation de la matière | 03 |
| I .2.1/ Expérience du Rutherford | 04 |
| I.2.2/la découverte du neutron en 1932 | 04 |
| I .3/ Les réactions nucléaires | 07 |
| I .3.1/Généralités sur la fission et la fusion nucléaire..... | 07 |
| I .3.1.1/La fission nucléaire..... | 07 |
| I .3.1.2/ La fusion nucléaire | 08 |
| I .4./Le phénomène de la radioactivité | 10 |
| I .4.1/Vallée de stabilité | 11 |
| I .4.2/Désintégrations radioactives | 12 |
| I.5 /Mesure de l'activité..... | 13 |

Chapitre II : L'énergie nucléaire et ses applications dans la production de l'électricité et en industrie

| | |
|--|----|
| II.1/ Application 1 production de l'électricité | 14 |
| II.1.1/ Introduction | 14 |
| II.1.2/ Petite histoire de l'électricité | 14 |
| II.1.3/ la production d'électricité par centrale thermique nucléaire | 15 |
| II.1.3.1/ Mode de production | 16 |
| II.1.3.2/ Extraction de l'uranium | 16 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| II.1.3.3/ Préparation de l'uranium | 17 |
| II.2/ Application 2 l'énergie nucléaire dans l'industrie | 20 |
| II.2.1/ Généralités | 20 |
| II.2.2/ Utilisation des radio-isotopes comme traceurs..... | 20 |
| II.2.3/ Le contrôle de qualité par scintigraphie..... | 21 |

Chapitre III : L'énergie nucléaire en médecine et la datation

| | |
|---|----|
| APPLICATION III: Médecine nucléaire..... | 22 |
| III.1/ Généralités | 22 |
| III.2/ Médecine nucléaire | 22 |
| III.2./Utilisation de produits radio pharmaceutiques..... | 22 |
| III.2./Médecine nucléaire | 24 |
| III.2.3/Thérapeutiques en médecine nucléaire | 24 |
| III.2.4/Radiologie Techniques de diagnostic..... | 25 |
| APPLICATION IV: la datation par le carbone 14..... | 27 |
| Conclusion générale | 28 |
| Références Bibliographiques..... | 29 |

Liste de Tableau

Liste de Tableau

| Tableau | page |
|--|------|
| Tableau I.1: les composantes de l'atome..... | 05 |

Liste des Figures

Liste des Figures

Figure page

| | |
|---|----|
| Figure I.1: Expérience de Rutherford..... | 04 |
| Figure I.2: Le neutron..... | 05 |
| Figure I.3: L'atome..... | 06 |
| Figure I.4 : fission nucléaire..... | 08 |
| Figure I.5:fusion nucléaire | 09 |
| Figure I.7:Rayonnement émis lors d'une fission..... | 10 |
| Figure I.8:Vallée de stabilité | 11 |
| Figure I.9 :Déplacements sur la carte des noyaux lors des désintégrations radioactives | 12 |
| Figure I.10:Le compteur Geiger:..... | 13 |
| Figure II.1:Pierre d'Uranium..... | 16 |
| Figure II.2: Fabrication de "yellow cake"..... | 17 |
| Figure II.3 : Centrale thermique nucléaire | 19 |
| Figure II.4: Schéma du central thermique nucléaire..... | 19 |
| Figure III.1: Scanner à RX –Radiographie (glandes thyroïdes) | 26 |

Introduction générale

Introduction

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 physiciens de disposer de moyens expérimentaux considérables dès la fin des années 1930.

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 [1-2].

Jusqu'en 1895, l'hypothèse des atomes avait permis d'expliquer, d'une manière consistante et satisfaisante, les phénomènes physiques et chimiques au niveau macroscopique : il s'agissait encore des propriétés globales de la matière. La découverte successive des rayons X, de la radioactivité et des électrons allait permettre de passer au niveau microscopique, c'est-à-dire d'étudier les atomes un à un et d'explorer leur structure. Cette mutation profonde allait d'abord être expérimentale [3-5].

Au début de 1898 à Paris, Marie Curie commence dans un hangar de l'école de physique et chimie un travail de thèse de doctorat sur les rayons de Becquerel. A l'aide d'une chambre d'ionisation reliée à un électromètre et à un quartz piézo-électrique, elle examine systématiquement un grand nombre de composés chimiques et de minéraux, et découvre que les minéraux d'uranium, telle la pechblende, émettent plus de rayonnements que l'uranium lui-même. Elle déduit de ce fait remarquable que ces substances contiennent, en très petite quantité, un élément beaucoup plus actif que l'uranium. C'est alors que Pierre Curie joint ses efforts à ceux de sa femme pour parvenir à isoler l'élément radioactif inconnu et à en déterminer les propriétés. A cette occasion, Marie Curie invente le mot radioactivité [6-8].

Le but de notre mémoire est de faire une approche intéressante sur l'énergie nucléaire et ses applications dans différents domaines industriels et médicales.

Pour ce faire, nous avons organisé notre mémoire sur deux parties : la première contient un seul chapitre (chapitre 01) visant des généralités sur l'énergie nucléaire et la deuxième partie vise les applications de l'énergie nucléaire. Cette dernière partie est présentée dans deux chapitres : Chapitre 2 et Chapitre 3. En effet, dans le chapitre 02, nous avons fait un

Introduction générale

petit aperçu sur l'application de l'énergie nucléaire dans la production de l'électricité et dans le domaine industriel. Alors, dans le dernier chapitre (Chapitre 03) nous avons le consacré aux applications médicales et la datation.

Notre travail est achevé par une conclusion générale.

Chapitre I :

Généralités SUR L'énergie nucléaire

I.1. L'énergie nucléaire

De nos jours, l'énergie nucléaire est une source d'énergie importante dans le monde. De fait, l'énergie nucléaire semble être un avantage pour la France, mais on est en droit de se demander si l'utilisation massive de cette énergie ne pose pas problème. Ainsi, alors que certains encensent les nucléaires, d'autres pensent que « Le réacteur nucléaire est la machine la plus complexe, la plus dangereuse et la plus chère que l'homme ait inventée pour faire bouillir de l'eau ». L'opinion publique commence à s'interroger : Comment fonctionnent les centrales nucléaires ? Qu'arrive-t-il aux déchets nucléaires ? Quels sont les effets de la radioactivité sur l'organisme ? [10]

Selon le contexte d'usage, le terme d'énergie nucléaire recouvre plusieurs sens différents :

- Dans le langage courant, l'énergie nucléaire correspond aux usages civils et militaires de l'énergie libérée lors des réactions de fission nucléaire des noyaux atomiques au sein d'un réacteur nucléaire ou lors d'une explosion atomique (dans le cas d'une bombe thermonucléaire il existe aussi des réactions de fusion nucléaire).
- Dans le domaine des sciences de la Terre et de l'Univers, l'énergie nucléaire est l'énergie libérée par les réactions de fusion nucléaire au sein des étoiles - par exemple le Soleil - ainsi qu'à la radioactivité naturelle, la principale source d'énergie du volcanisme de la Terre [11-12].
- En physique des particules, l'énergie nucléaire est l'énergie associée à la force de cohésion des nucléons, la force nucléaire forte (protons et neutrons) au sein du noyau des atomes. Les transformations du noyau libérant cette énergie sont appelées réactions nucléaires. La force nucléaire faible, régit les réactions entre particules et neutrinos.
- **I.2. Organisation de la matière**
- Tout commence en 1912 avec la mise au point du modèle du noyau atomique par le physicien anglais Ernest Rutherford et par le physicien danois Niels Bohr. Pour eux, l'atome est un noyau de charge positive entouré d'un cortège d'électrons. En 1913, E. Rutherford continue ses recherches et découvre le proton, constituant du noyau [10].

I .2.1. Expérience du Rutherford

- Comment sont arrangées ces particules à l'intérieur de l'atome. Une première expérience qui suggéra comment les atomes sont construits a été effectuée par le groupe d'Ernest Rutherford.
- Rutherford et ses collaborateurs font passer un faisceau de α -particules (particules d'hélium doublement chargées, contenant 2 protons et 2 neutrons 4-He^{2+}) provenant d'une source de radon à travers une mince feuille d'or. Le résultat de cette expérience était vraiment remarquable. Étonnamment, la plupart des particules α passent la feuille de métal comme si c'était un espace vide sans collisions et seule une particule sur 20'000 est réfléchié significativement ! Rutherford interpréta ces données avec un modèle atomique où toutes les particules massives (protons et neutrons, aussi appelés *nucléons*) sont concentrées dans un tout petit espace, le *noyau* (avec un rayon caractéristique de 10-15m), et où la plupart du volume atomique est occupé par un nuage électronique étendu dont les dimensions sont plus grandes typiquement de 4 à 5 ordres de grandeur [10].

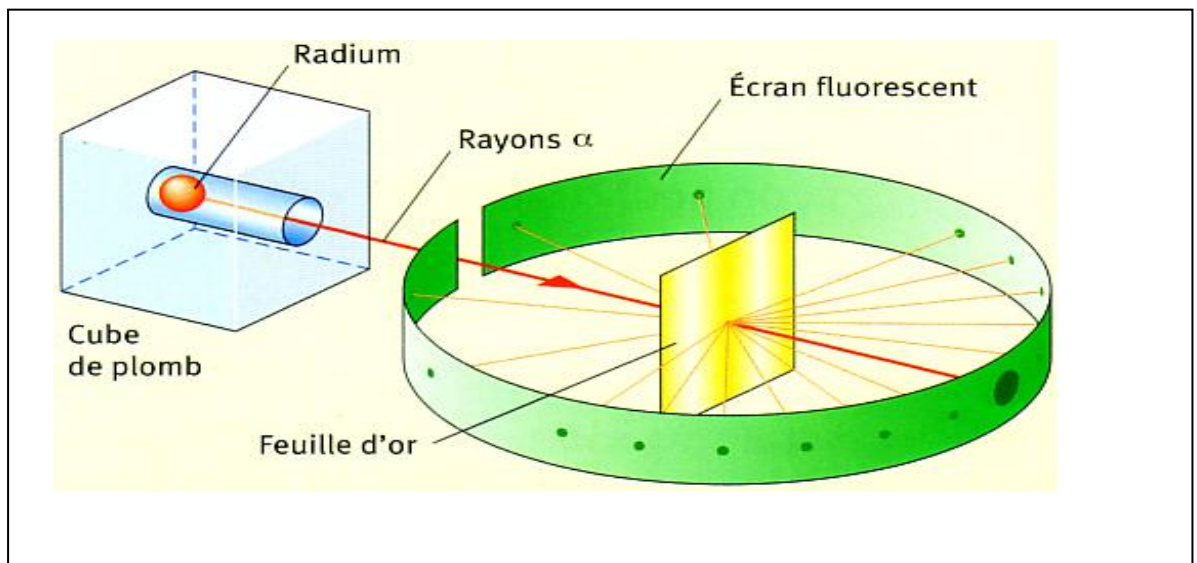


Figure I.1: Expérience de Rutherford

I .2.2. La découverte du neutron en 1932

Rutherford suppose en 1920 l'existence d'une sorte d'atome de masse 1 et de charge 0 qui n'était pas l'hydrogène. Il devait pouvoir s'approcher des noyaux et y pénétrer facilement. Alors trois expériences ont été menées trois années consécutives.

- La première en 1930 deux allemands concluent que c'était des rayons gamma.
- En 1931 deux français supposent qu'il s'agit d'un effet Compton* entre les gammas.

Chapitre I : Généralités

- Finalement J. Chadwick affirme que le rayonnement « ultra pénétrant » ne peut être un rayonnement gamma, d'énergie très élevée, mais doit être composé de particules de masse 1 et de charge électrique 0 : c'est le neutron.

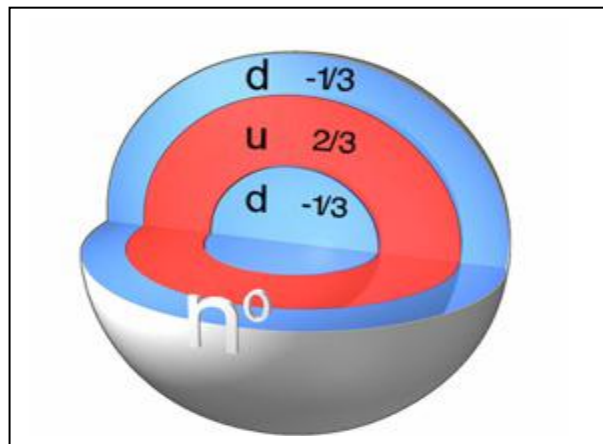


Figure I.2: Le neutron

1) Grâce aux gluons (interaction forte), trois quarks peuvent se réunir et former un **nucléon** ; il existe deux variétés de nucléons : le **proton** a comme formule uud et porte donc une unité positive de charge électrique ; le **neutron** a comme formule udd et ne porte donc pas de charge ;

Les masses de ces deux particules sont voisines : respectivement 938,272 et 939,565 MeV/c². La taille d'un nucléon est de l'ordre de 10⁻¹⁵ m.

Remarque : le proton et le neutron sont les seuls objets stables formés de trois quarks ; mais il existe aussi de nombreux objets instables formés de deux ou de trois quarks ; tous ces objets, stables ou instables, sont aussi qualifiés de « particules ».

2) Grâce, toujours, à l'interaction forte, les nucléons peuvent s'assembler pour former des **noyaux atomiques** ; si les proportions des deux types de nucléons sont adéquates, l'édifice est stable, sinon le noyau est radioactif. Outre l'interaction forte, la stabilité est aussi conditionnée par l'interaction faible (elle intervient notamment dans certains processus radioactifs) et par l'interaction électromagnétique : les protons portant des charges électriques positives ont tendance à se repousser, puisque des grains d'électricité s'attirent s'ils sont de signes contraires et se repoussent s'ils sont de même signe, mais cela est compensé par les forces nucléaires, attractives et intenses, dues à l'interaction forte entre les quarks. On peut considérer que les nucléons sont juxtaposés au sein du noyau : la taille d'un noyau est donc de l'ordre de 10⁻¹⁵ m.

3) L'interaction électromagnétique entre la charge positive d'un noyau et la charge négative d'un électron crée une force attractive qui permet de lier des électrons à un noyau. L'état le plus usuel de la matière est électriquement neutre ; cela se réalise lorsque le nombre d'électrons (négatifs) autour du noyau est égal au nombre de protons (positifs) au sein du noyau : l'édifice ainsi réalisé est appelé

Chapitre I : Généralités

atome. (S'il y a trop ou pas assez d'électrons, on a alors affaire à un **ion**, respectivement négatif ou positif.) Les électrons sont très légers par rapport au noyau (la masse d'un électron, $0,511 \text{ MeV}/c^2$, est presque 2 000 fois plus faible que celle d'un nucléon), et cependant, ils occupent beaucoup d'espace, puisqu'un atome est environ 100 000 fois plus grand qu'un noyau, soit environ 10^{-10} m : un atome agrandi à la taille d'un terrain de football aurait un noyau de la taille d'une framboise ! Par conséquent, hormis cette infime portion de l'espace où la densité est phénoménale, de l'ordre de 10^{14} g/cm^3 , la matière n'est presque que du vide !

4) Toujours grâce aux interactions électromagnétiques, mais entre les électrons les plus périphériques des atomes, des liaisons peuvent s'établir : les atomes s'assemblent ainsi en molécules ou en cristaux. Dans le monde inorganique, ces structures sont relativement simples ; en revanche, la vie a su créer des molécules extraordinairement complexes.

5) Aux grandes échelles de l'univers, la matière s'organise en astres, systèmes stellaires, galaxies et amas de galaxies : à ce niveau-là, c'est essentiellement l'interaction gravitationnelle qui gouverne ces structures et leur évolution.[9]

Tableau I.1 : Les composantes de l'atome

| Particule | Symbole | Charge | Masse, g |
|-----------|---------|--------|-------------------------|
| Electron | e^- | -1 | 9.109×10^{-28} |
| Proton | p | +1 | 1.673×10^{-24} |
| Neutron | n | 0 | 1.675×10^{-24} |

*Charges sont données en 1.602×10^{-19} coulomb comme unité.

En conclusion, l'atome est constitué de trois particules élémentaires : un noyau renfermant des nucléons, (ensemble des protons et des neutrons). Les neutrons étant de charge électrique neutre, seule la charge des protons est prise en compte. Autour de celui-ci gravitent des électrons. C'est le cortège d'électrons périphériques. Outre ces deux composants l'atome est constitué essentiellement de vide.

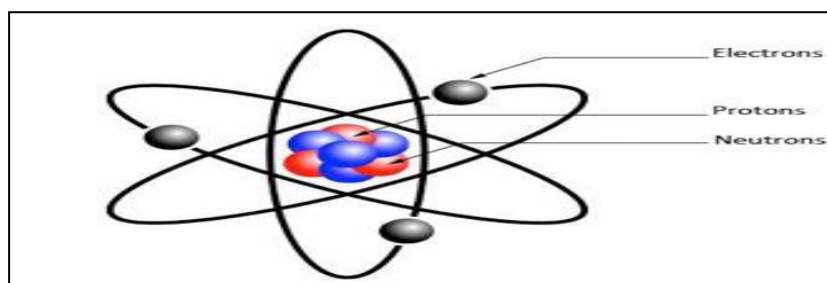


Figure I.3: La structure de l'atome

I .3.Les réactions nucléaires

I .3.1.Généralités sur la fission et la fusion nucléaire

En 1939, le physicien français Frédéric Joliot-Curie, en association avec les physiciens Lew Kowarski (physicien français d'origine russe) et Hans Von Halban, montre que le phénomène de fission des noyaux d'uranium s'accompagne d'un intense dégagement de chaleur (la découverte de la réaction en chaîne permettra plus tard l'exploitation de l'énergie nucléaire).

La fission se développe aux USA avec la participation des physiciens émigrés durant la guerre de (1939-1945). Le projet Manhattan a pour objectif de doter les USA d'une **arme nucléaire**.

L'objectif est atteint et l'arme est utilisée en août 1945 sur les villes d'Hiroshima (le 6 août) et de Nagasaki (le 9 août).

Dès la fin de la guerre, les recherches sur la fission sont mises à profit pour l'utilisation civile. A cette fin, la France crée en 1945 le CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) dont le but est de maîtriser l'atome dans les secteurs de la recherche, de la santé, de l'énergie, de l'industrie, de la sûreté et de la défense. L'IPSN (Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire) mis en place en 1976 étudie tous les aspects du risque créé par les centrales nucléaires, les laboratoires, les usines et la radioactivité naturelle.

I .3.2.La fission nucléaire

Certains éléments lourds existant à l'état naturel ou produits par l'homme, comme l'uranium et le plutonium, sont relativement instables. Lorsque leur noyau est percuté par un neutron, il l'absorbe et sous l'impact, il peut se rompre par fission, c'est-à-dire se scinder en deux fragments, en libérant en même temps deux ou trois neutrons et en dégageant de l'énergie. Les fragments du noyau, qui peuvent se présenter sous des combinaisons multiples, sont appelés « produits de fission».

La masse totale des produits de la réaction (produits de fission et neutrons) est très légèrement inférieure à la masse originelle de l'atome et du neutron qui l'a percuté. Cette perte ou défaut de masse a été transformée en énergie selon la célèbre formule d'Einstein ($E= mc^2$). Cette réaction est utilisée pour produire de l'énergie **dans les centrales nucléaires**.

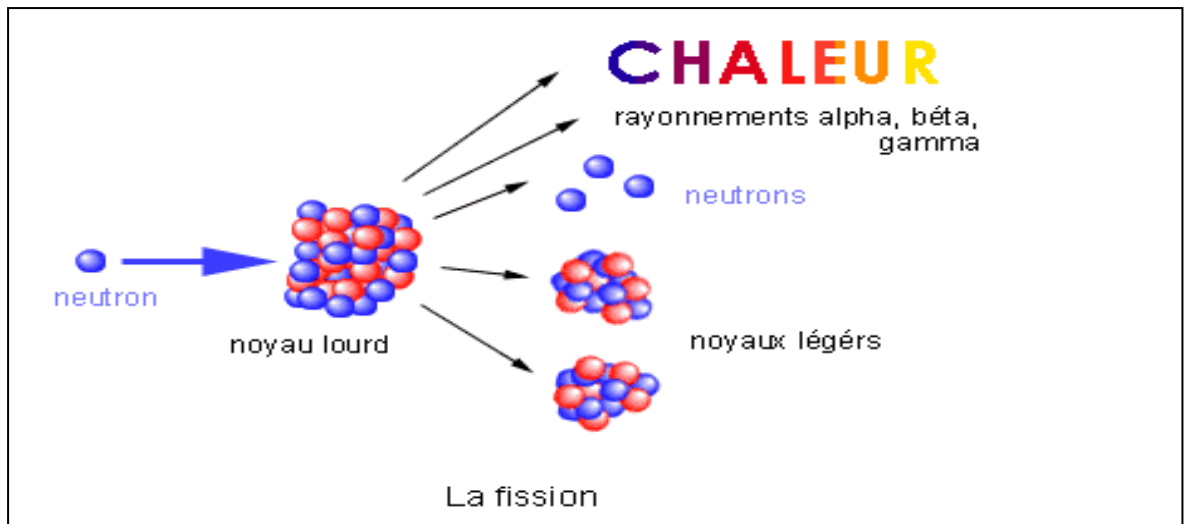


Figure I.4 : fission nucléaire

L'importance de l'énergie émise lors de la fission provient du fait que l'énergie de liaison par nucléon du noyau initial est plus faible que celle des noyaux produits (environ 7,7 MeV par nucléon pour les éléments lourds, contre 8,8 pour le fer). La plus grande partie de l'énergie se retrouve sous forme d'énergie cinétique des neutrons et des noyaux fils, énergie récupérée sous forme de chaleur dans les réacteurs. D'après le CEA, l'énergie produite par 1 kg d'uranium naturel dans un réacteur nucléaire est égale à l'énergie de 10 tonnes équivalent pétrole [13]

I .3.3. La fusion nucléaire

La fusion nucléaire est une réaction nucléaire dans laquelle deux noyaux des atomes d'hydrogène ensemble plus léger et ses isotopes (deutérium et tritium) se combinent pour former un noyau plus lourd. En général, cette liaison est accompagnée par l'émission de particules (dans le cas de noyaux de deutérium émis un neutron). Cette réaction de fusion nucléaire libère ou absorbe beaucoup d'énergie sous forme de rayons gamma et de l'énergie cinétique des particules émises. Cette grande quantité d'énergie permet question d'entrer dans un état de plasma.

Les réactions de fusion nucléaire peuvent émettre ou absorber de l'énergie. Si les noyaux sont de fusionner avec une masse inférieure à fer libère de l'énergie. Inversement, si les noyaux atomiques qui fusionnent sont plus lourds que le fer absorbe réaction nucléaire d'énergie Pour ne pas confondre avec la fusion nucléaire effondrement d'un réacteur, qui se réfère à la fusion du cœur du réacteur d'une centrale nucléaire en raison de la surchauffe causée par un mauvais refroidissement. Lors de l'accident nucléaire Fukushima, ce terme a été utilisé fréquemment.

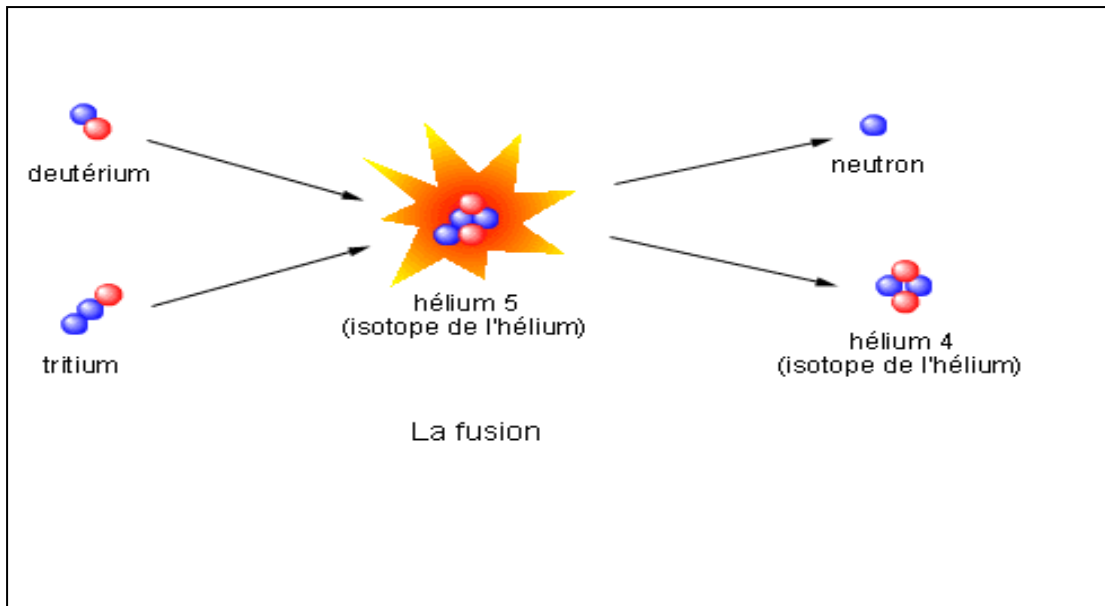


Figure I.5: fusion nucléaire

Les recherches, depuis près d'un demi-siècle, ont permis de réaliser la fusion pendant quelques secondes, établissant que la méthode est possible. L'isolation des volumes où se produit la fusion se fait selon les deux voies mentionnées plus haut : la voie d'isolation magnétique, les Tokamaks en ont établi la faisabilité, et la voie d'isolation inertielle dont le principe a été vérifié par des expériences (Centurion-Halite), mais toutes ces expériences consomment jusqu'à présent plus d'énergie qu'elles n'en produisent [10].

I .4. LE PHENOMENE DE LA RADIOACTIVITE

La radioactivité est un phénomène physique naturel, se manifestant par le fait que certains types de noyaux atomiques, instables, peuvent dissiper sous forme d'énergie une partie de leur masse initiale (transformée selon la célèbre formule $E=mc^2$ d'Albert Einstein), et évoluer spontanément vers des noyaux atomiques plus stables (« désintégration ») [11-12].

Ces désintégrations s'accompagnent de l'émission de rayonnements. Il en existe trois :

- le rayonnement alpha ;
- le rayonnement bêta ;
- le rayonnement gamma.

Le rayonnement alpha et le rayonnement bêta sont dus à un réarrangement interne du noyau et correspondent à une éjection de particules. Le rayonnement alpha est arrêté par une simple feuille de papier tandis que le rayonnement bêta est arrêté par une feuille d'aluminium de quelques millimètres d'épaisseur.

Chapitre I : Généralités

Le rayonnement gamma est un rayonnement électromagnétique (de même nature que la lumière). Il correspond à une libération d'énergie par le noyau. Il est atténué par une forte épaisseur de plomb ou de béton et est généralement consécutif à un rayonnement alpha ou bêta.

Avec le temps, la radioactivité d'un élément diminue du fait de la disparition progressive des noyaux instables qu'il contient.

Un corps radioactif dégage naturellement cette énergie sous la forme d'un flux de rayonnement ionisant et de chaleur. Cette chaleur est particulièrement intense pour le combustible nucléaire irradié en sortie de réacteur ; c'est la raison pour laquelle le combustible irradié est entreposé dans une piscine de désactivation près du réacteur. C'est le même phénomène qui est à l'origine du volcanisme terrestre, le très faible niveau de radioactivité naturelle étant compensée par l'immensité de la sphère terrestre [13-14].

On caractérise la radioactivité par le nombre de désintégrations par seconde. On utilise pour cela l'unité nommée Becquerel (Bq). Ainsi, un objet de 100 Bq est un objet dans lequel il y a 100 désintégrations toutes les secondes. Il existe une autre unité moins utilisée de nos jours, le Curie (Ci), en hommage à Pierre et Marie Curie (1 Curie = 37 milliards de Becquerel).

La radioactivité peut être :

Naturelle : c'est le cas du granite (1000 Bq par kilo), du lait (80 Bq par litre), du corps humain (environ 114 Bq par kilo) ;

Ou artificielle : c'est la radioactivité de la radioscopie, des déchets produits dans les centrales nucléaires...

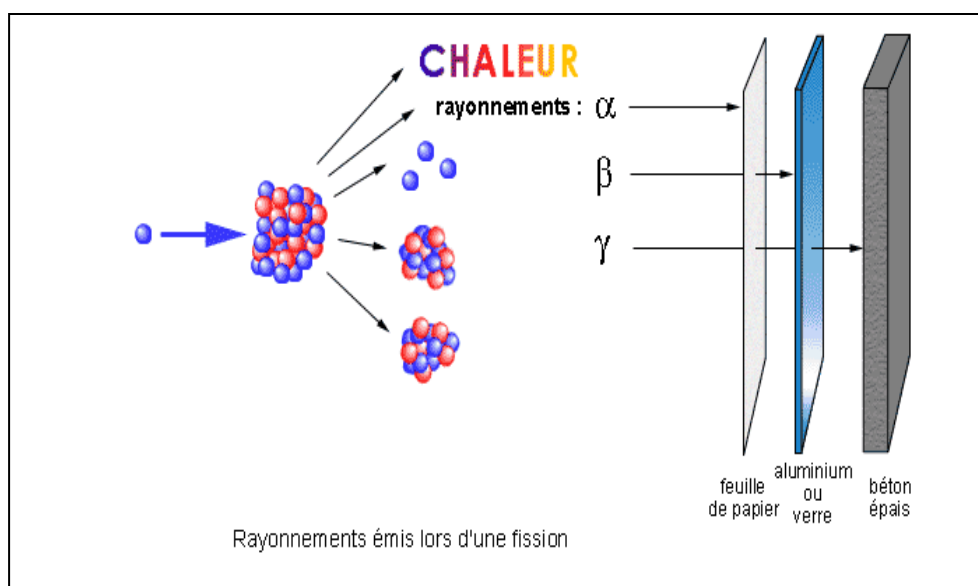
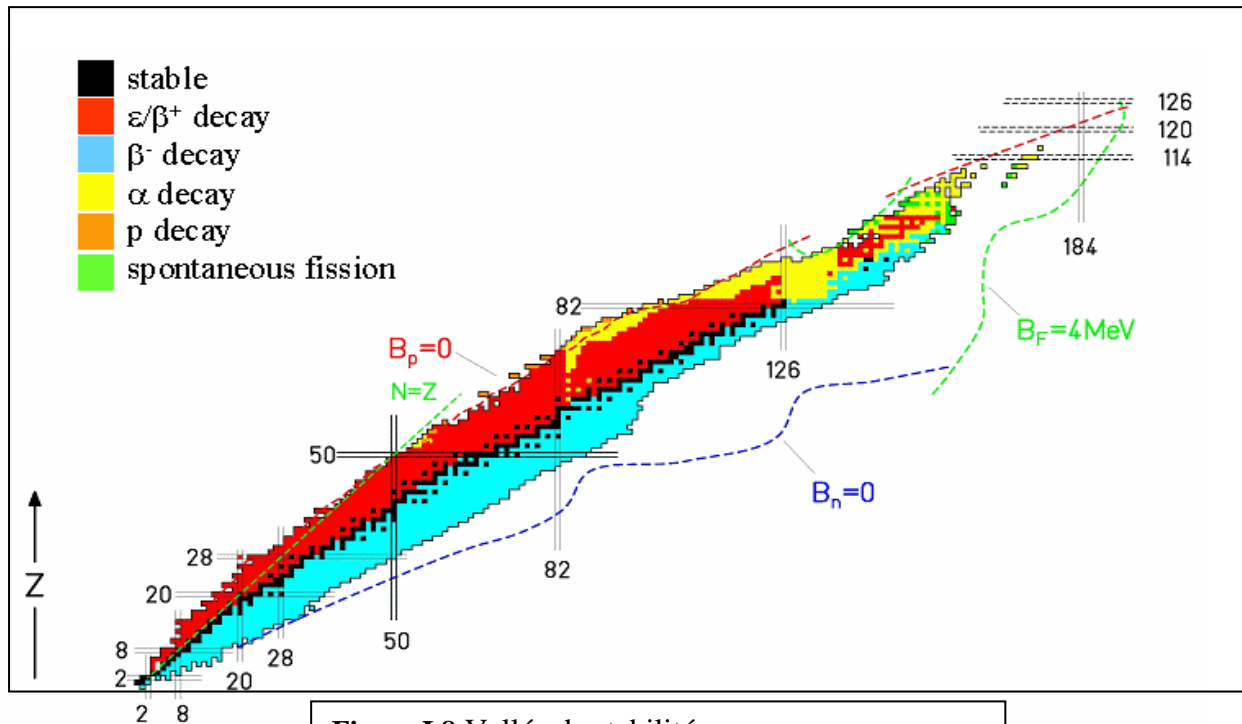


Figure I.7: Rayonnement émis lors d'une fission

I .4.1. Vallée de stabilité

La représentation des noyaux connus dans un graphe (N, Z) permet de mettre en évidence la ligne de stabilité, peuplée par les noyaux stables (on devrait plutôt parler de courbe de stabilité).



Les noyaux instables vont, par une suite de désintégrations radioactives, se transformer jusqu'à devenir stables :

- au-dessous des noyaux stables, on trouve en bleu les noyaux trop riches en neutrons. Ces noyaux reviennent vers la ligne de stabilité par **désintégration β^-** , qui transforme au sein du noyau un neutron en proton.
- au-dessus des noyaux stables, on trouve en rouge les noyaux trop riches en protons. Ces noyaux reviennent vers la ligne de stabilité par **désintégration β^+** ou par **capture électronique**, qui transforme au sein du noyau un proton en neutron.
- les noyaux lourds riches en protons sont revenir vers la ligne de stabilité par **désintégration alpha**
- Enfin, les noyaux très lourds se **fissionnent** en donnant naissance à des produits de désintégration légers.

I .4.2. Désintégrations radioactives : Le retour à la stabilité s'effectue par des désintégrations alpha, bêta, capture électronique, ou encore par émission gamma.

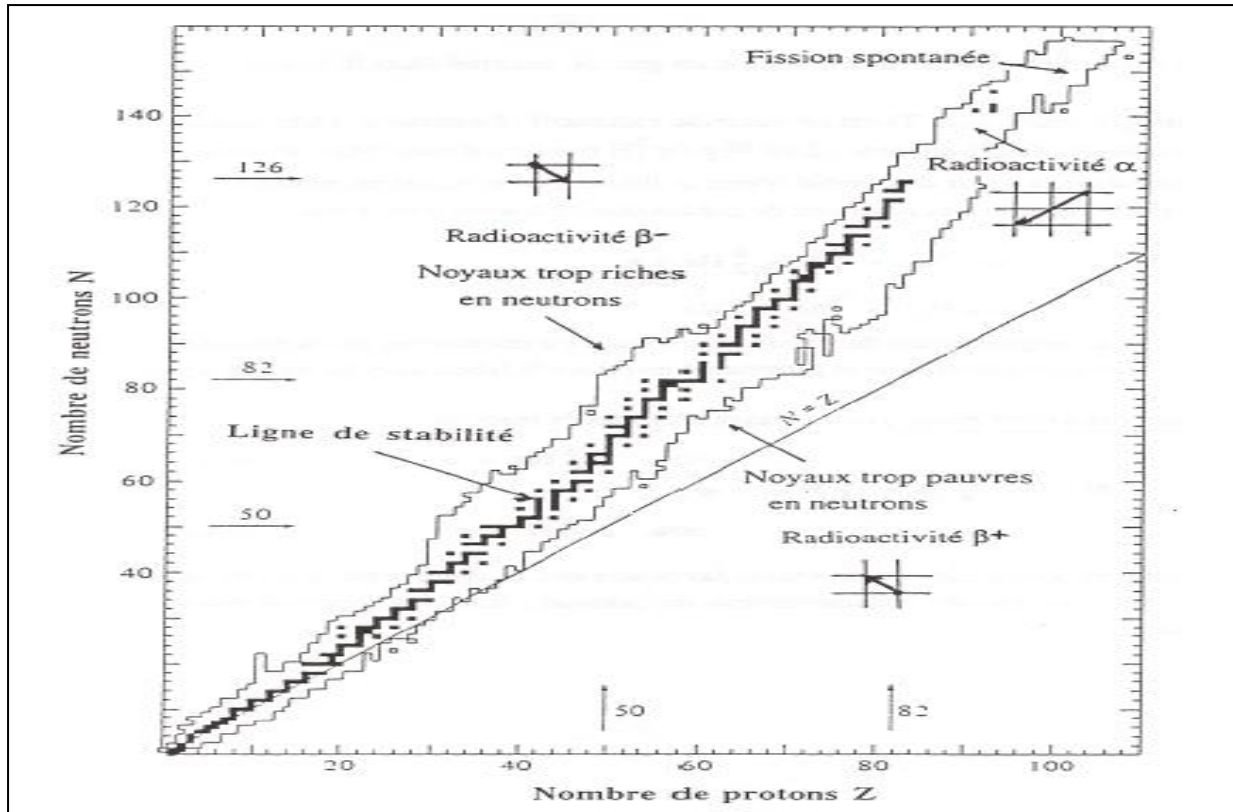


Figure I.9: Déplacements sur la carte des noyaux lors des désintégrations radioactives

I .5. Mesure de l'activité

Un des effets principaux des radiations radioactives est le fait que leur énergie élevée est suffisante pour arracher des électrons et ainsi générer des ions (c'est pourquoi la radiation radioactive est souvent appelée radiation ionisante). Cet effet peut être utilisé pour mesurer la présence et l'activité d'une source radioactive avec l'aide d'un compteur de scintillation (spécialement pour les rayons γ) ou un compteur Geiger (pour les désintégrations α et β).

Un compteur de scintillation contient des matériaux (phosphore, liquides aromatiques) qui sont fluorescents (ce qui signifie qu'ils émettent de la lumière) lorsqu'ils sont frappés par une radiation ionisante. La lumière est mesurée par un photomultiplicateur sensible connecté à un amplificateur électronique. Le compteur Geiger consiste en un tube rempli de gaz inerte conduisant l'électricité lorsque des particules d'une émission radioactive ionise le gaz. L'instrument amplifie cette conduction et reporte l'activité par la mesure d'un courant (une aiguille) ou des 'clicks' audibles [10].

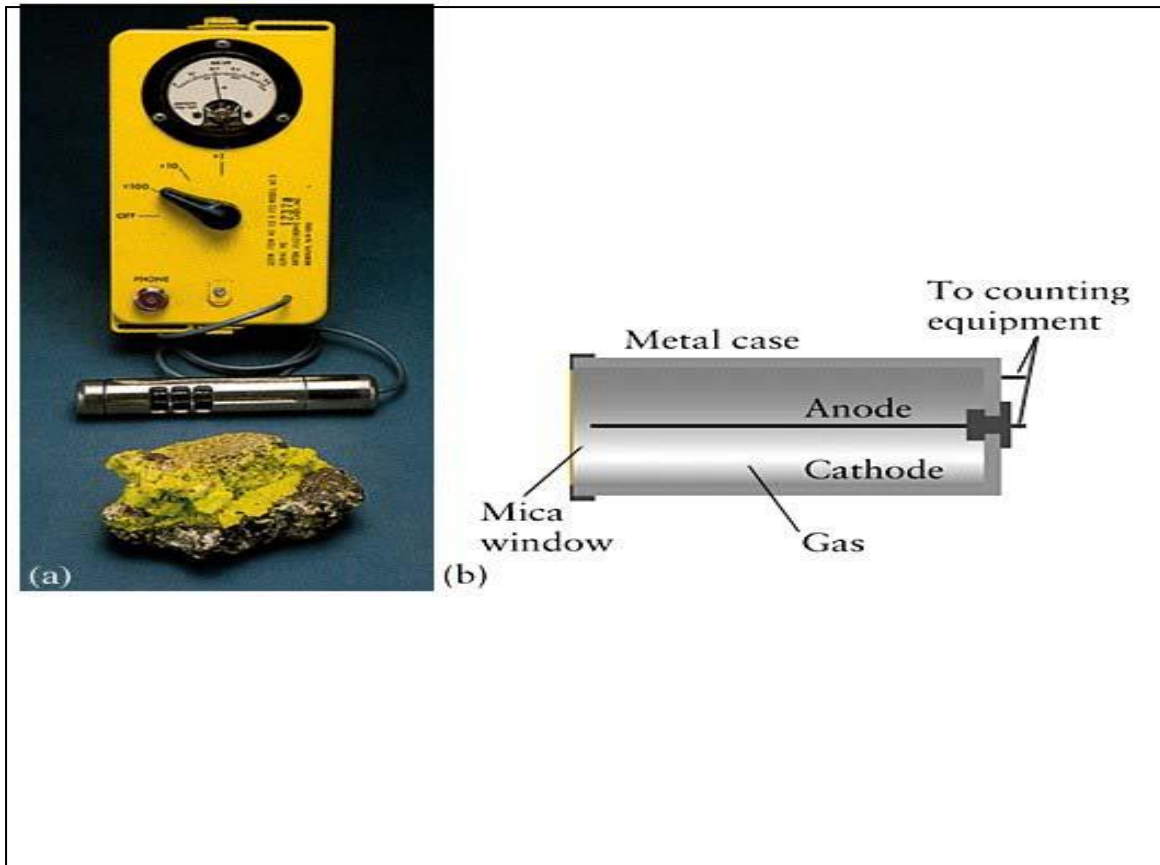


Figure I.10: Le compteur Geiger

CHAPITRE II:

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE ET SES

APPLICATIONS DANS LA

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

ET EN INDUSTRIE

Chapitre II : L'énergie nucléaire et ses applications dans la production de l'électricité et en industrie

II.1.Application 1

PRODUCTION DE L'ELECTRICITE

II.1.1. Introduction

Comme la chaleur, l'électricité a été considérée au début comme un « fluide » dont la nature n'était pas comprise. On sait aujourd'hui qu'il s'agit du déplacement d'ensemble d'une population d'électrons dans des matériaux où certains électrons sont libres et sont appelés pour cette raison conducteurs (par opposition, les matériaux où tous les électrons sont liés aux atomes sont des isolants). Chaque électron porte une charge élémentaire d'électricité négative : ces électrons se déplacent donc de la borne négative vers la borne positive, c'est-à-dire dans le sens inverse du sens conventionnel du courant que les physiciens savaient choisi – arbitrairement – avant de connaître la vraie nature de l'électricité.

L'électricité a donc aussi un certain aspect cinétique ; mais l'énergie électrique fait aussi intervenir des champs de potentiels électromagnétiques régis par les lois de Maxwell.

Cela est particulièrement vrai pour le courant alternatif changeant de sens à une fréquence élevée (par exemple, 50 hertz, c'est-à-dire 50 fois par seconde dans un sens et 50 fois dans l'autre, sur le réseau d'Électricité [1]).

II.1.2. Petite histoire de l'électricité

600 av JC : Thalès découvre l'électricité statique

1660 : Invention de la première machine génératrice d'électricité

1709 : Invention d'une machine à friction électrique améliorée

1729 : Découverte du flux réelle de l'électricité

1733 : Découverte de deux sortes d'électricité :

Loi fondamentale : Les charges semblables se repoussent

1752 : Invention du premier paratonnerre

1775 : Invention de l'électrophore

1796 : Invention de la première vraie pile (pile voltaïque)

1801 : Production d'un arc électrique

1812 : Réalisation du premier télégraphe actionné au moyen d'un courant électrique

1820 : Découverte : un courant électrique produit un champ magnétique

Chapitre II : L'énergie nucléaire et ses applications dans la production de l'électricité et en industrie

1823 : Création du premier galvanomètre: Découverte de la force électromotrice thermique

1831 : Invention du premier télégraphe électromagnétique pratique

1832 : Découverte du principe d'induction

Construction du premier générateur de courant alternatif

1833 : Découverte des lois de décomposition électrochimique

1834 : construction d'un grand moteur électrique

1837 : Construction du premier moteur électrique commercialement rentable

1845 : Fabrication d'une lampe électrique

1857 : Premier d'une locomotive actionnée à l'électricité

1863 : Construction d'un générateur perfectionné

1879 : Construction d'une dynamo utilisable dans un système d'éclairage: La "California Electric Light Compagnie" est la première société américaine à vendre de l'électricité: Présentation du premier chemin de fer électrifié

1881 : Premières lignes de tramways électriques inaugurées

1886 : Installation du premier système d'éclairage à courant alternatif

1893 : Présentation d'une cuisine électrique complète

1895 : Olivier Lodge fait fonctionner le premier télégraphe sans fil

1897 : Thomson découvre l'électron

1901 : Premier envoi de signaux transatlantiques de radio sans fil

1902 : Invention du générateur à arc

1907 : Première utilisation d'un moteur à courant alternatif unifié

1925 : Invention d'un mécanisme permettant d'enregistrer électriquement un son

1927 : Premier service téléphonique transatlantique

1928 : Emission de la première pièce télévisée

1938 : Introduction des lampes à fluorescence

1948 : Invention du transistor

1956 : Invention de la première centrale nucléaire productrice d'électricité

I.1.3. la production d'électricité par centrale thermique nucléaire

La production d'électricité d'origine nucléaire était de 2 518 TWh en 2011, ce qui représentait 13,5 % de la production mondiale d'électricité. En 2012, elle n'en représentait plus que 10,8% [15].

La France est le pays dont la part d'électricité d'origine nucléaire est la plus élevée (74,8 % en 2012), suivie par la Belgique et la Slovaquie avec plus de la moitié de leur électricité produite à partir du nucléaire. La production d'électricité d'origine nucléaire en Chine est en progression

Chapitre II : L'énergie nucléaire et ses applications dans la production de l'électricité et en industrie

rapide depuis le milieu des années 2000, elle était de 92,7 TWh en 2012 [2], ce qui ne correspond toutefois qu'à 2% de l'électricité chinoise [12].

Au 1er janvier 2013, le premier parc national de centrales nucléaires est celui des États-Unis (104 réacteurs nucléaires pour une puissance de 102 GW), vient ensuite la France (58 réacteurs nucléaires pour une puissance de 63 GW). La Chine qui dispose de 16 réacteurs en service totalisant une puissance installée de 12,9 GW, a lancé la construction de 29 nouveaux réacteurs soit 30 GW et envisage un parc total de 216 réacteurs (soit 225 GW) pour fin 2030 [16]

La centrale thermique nucléaire utilise le procédé de fission des atomes d'uranium. Cela produit de la chaleur qui se transforme ensuite en vapeur et fait tourner la turbine.

II.1.3.1. Mode de production

L'uranium, combustible nucléaire est un métal répandu dans l'écorce terrestre (50 fois plus que le mercure), on le trouve sous forme solide où il est radioactif a et b de couleur argentée. Les roches dans lesquelles on trouve de l'uranium sont des roches uranifères, comme l'uraninite et la pechblende. On trouve l'uranium sous différents isotopes (Uranium 238 et 235). La composition principale de l'uranium naturel est 99,28% d'uranium 238 et seulement 0,71% d'uranium 235.



Figure II.1:Pierre d'Uranium

II.1.3.2. Extraction de l'uranium

L'uranium est extrait soit dans des mines d'uranium à ciel ouvert (28%), soit dans des galeries souterraines (43%); plus récemment, une technique par injection de solutions acides ou basiques (lixiviation in situ) est utilisée pour l'extraction des gisements de grès (15%).

Ce sont des techniques conventionnelles. L'uranium est, comme la plupart des minerais extrait à l'état de roche combiné à d'autres éléments chimiques et non sous sa forme pure.

Chapitre II : L'énergie nucléaire et ses applications dans la production de l'électricité et en industrie

Les principaux gisements connus se situent aux États-Unis, en Australie, au Canada, en Afrique du Sud et en Russie.

II.1.3.3. Préparation de l'uranium

Une fois extrait, les roches d'uranium (à très faible concentration en uranium 235, entre 0,1 et 0,5%) sont concassées et finement broyées, on extrait typiquement environ 500g de « yellow cake » pour une tonne de minerai. En France par exemple, une tonne de minerai contient de 1 à 5kg d'uranium. Celui-ci est alors extrait grâce à diverses opérations chimiques dans des bains concentrés d'acide, de base ou de peroxyde afin de dégager l'uranium par dissolution. On obtient après ces transformations un concentré qui a l'aspect d'une pâte jaune nommée « yellow cake » qui est obtenu par précipitation de la solution, filtration puis lavage, séchage et emballage. La teneur en oxyde d'uranium du « yellow cake » est de 750kg/tonne. Ce processus est réalisé surplace (à l'endroit de l'extraction du minerai) afin que le transport soit rentable.



Figure II.2:Fabrication de yellow cake

Chapitre II : L'énergie nucléaire et ses applications dans la production de l'électricité et en industrie

La centrale thermique nucléaire utilise le procédé de fission des atomes d'uranium. Cela produit de la chaleur qui se transforme ensuite en vapeur et fait tourner la turbine.

Dans un réacteur nucléaire comme dans toute centrale thermique, on transforme l'énergie libérée par un combustible sous forme de chaleur en énergie mécanique, puis électrique.

Dans une centrale thermique classique, la chaleur provient de la combustion du charbon ou du fioul; dans une centrale nucléaire, elle provient de la fission de l'uranium.

Il y a fission quand un neutron libre entre en collision avec un noyau d'uranium fissile et en provoque l'éclatement. Cette rupture libère plusieurs neutrons en dégageant une certaine quantité d'énergie.

La plupart des centrales nucléaires françaises fonctionnent avec des réacteurs à eau sous pressions (REP), qui comprennent trois circuits indépendants :

- le circuit primaire qui extrait la chaleur produite par la fission des atomes d'uranium à l'intérieur des éléments combustibles, et la transfère, grâce à des échangeurs de chaleur (ou générateur de vapeur), au circuit secondaire. L'eau du circuit primaire n'est jamais en contact avec l'eau secondaire. Le circuit primaire comprend la cuve, les générateurs de vapeur et le pressuriseur.
- le circuit secondaire : la vapeur créée dans les générateurs de vapeur est collectée par les tuyauteries du circuit secondaire, et alimente la turbine. Après sa poussée sur les ailettes de la turbine, la vapeur détendue est condensée. L'eau recueillie est alors renvoyée aux générateurs de vapeur.
- le circuit de refroidissement : l'eau froide de ce circuit, en provenance d'un fleuve ou de la mer, permet la condensation de la vapeur du circuit secondaire. C'est l'indispensable source froide de toute machine thermique.

Avant les années 1980-1990, le nucléaire était très compétitif par rapport aux autres moyens de production mais du fait des coûts économiques croissants, dus aux durées de construction de plus en plus longues, et le faible coût des combustibles fossiles le nucléaire a été moins compétitif.

Dans certains pays une peur des déchets radioactifs et d'accidents nucléaires a conduit à renoncer à l'énergie nucléaire [15].



Figure 3 : centrale thermique nucléaire

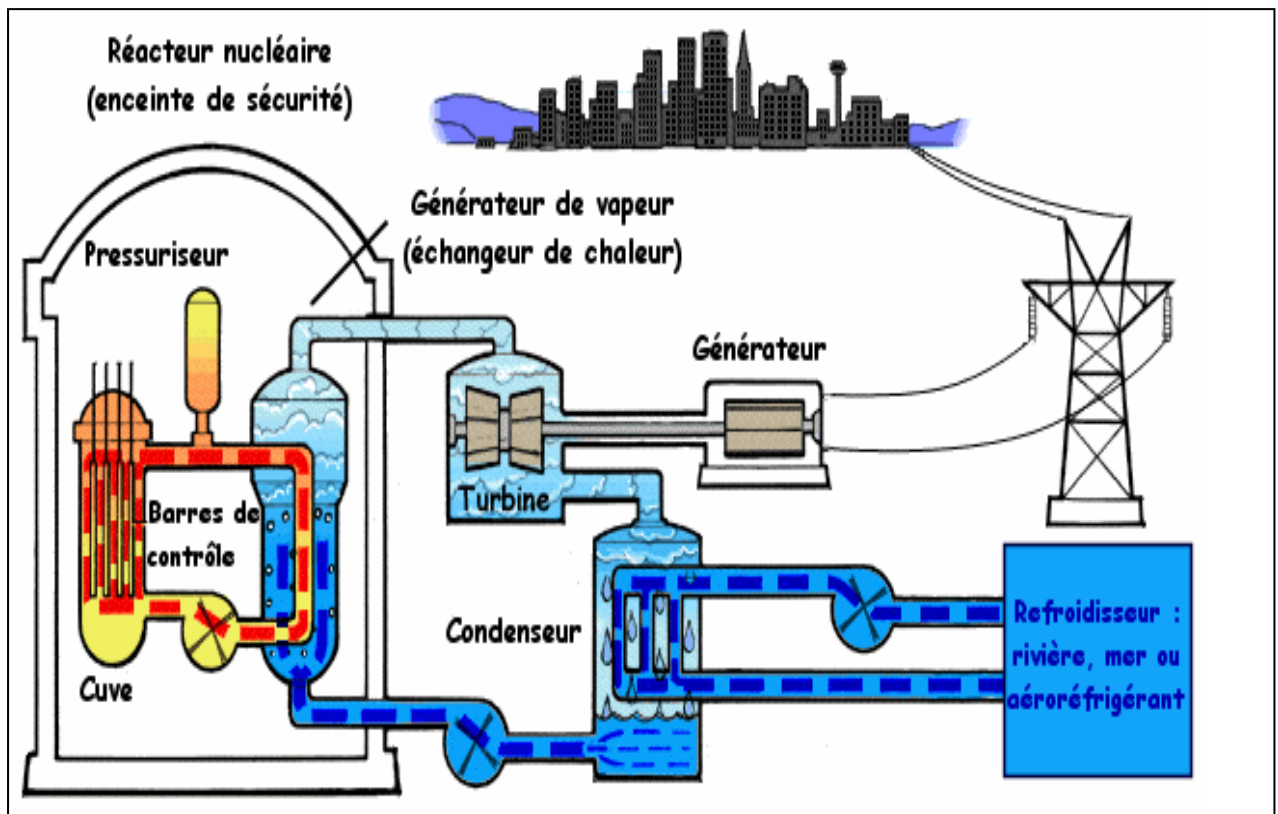


Figure 4 : Schéma du central thermique nucléaire

II.2.APPLICATION II

L'ENERGIE NUCLEAIRE DANS L'INDUSTRIE

II.2.1. Généralités

L'utilisation de l'énergie nucléaire dans l'industrie moderne dans les pays développés est très importante pour l'amélioration des processus de mesure et d'automatisation, et de contrôle de la qualité .L'utilisation du rayonnement est appliqué dans un large éventail d'activités, que ce soit dans le contrôle de la qualité des processus industriels, des matières premières (ciment, les centrales électriques, les raffineries de pétrole, etc.) Ou contrôle de la qualité des produits fabriqués en série, comme une condition préalable à l'automatisation complète des lignes de production à grande vitesse.

L'irradiation par des sources intenses est considérée comme une opération visant à améliorer la qualité de certains produits (plastiques spéciaux, produits de stérilisation "jetables", etc.).

En outre, des expériences de traçage sont effectuées pour obtenir un état précis et détaillé de l'équipement industriel de se qualifier pour la prolongation de la vie.

Les sources industrielles produisent généralement pas de déchets radioactifs dans le pays qui les utilise, car une fois inutile, le pays fournisseur de la signature commerciale à être retiré lorsque le remplacement.

II.2.2. Utilisation des radio-isotopes comme traceurs

Le fait que de petites quantités de substances radioactives peuvent être mesurées rapidement et avec précision, rend radio-isotopes utilisés pour traiter ou encore analyser les caractéristiques de ces procédés. Ces substances sont connues comme traceurs.

Les traceurs sont utilisés pour l'étude des processus et permet de contrôler les paramètres des systèmes de ventilation (débit, efficacité de la ventilation), pour mélanger, vérifier le degré d'homogénéité, en mélangeant de temps et les performances mélangeur, les processus d'entretien pour étudier le transport des matières à travers des tuyaux (fuites ou fuites et des flux), et les systèmes de détection d'usure et de la corrosion, la détermination du degré d'usure des matériaux (moteurs) et à la corrosion de l'équipement de traitement.

Chapitre II : L'énergie nucléaire et ses applications dans la production de l'électricité et en industrie

II.2.3. Le contrôle de qualité par scintigraphie

Gamma radiographie constitue une technique de contrôle de la qualité de la vérification des soudures essentiels dans les tuyaux et pour détecter les fissures dans les pièces d'avion. C'est l'application la plus importante de l'iridium-192, qui seul sources viennent de couvrir 95% des essais non destructifs effectués dans le contrôle de la qualité des soudures de pièces moulées, construction métallique, etc. Le reste de ces contrôles est réalisée avec du cobalt-60 (pour les sources de fortes épaisseurs, jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres d'acier) ou le thulium-170 (pour de faibles épaisseurs de l'ordre de quelques millimètres) [14]

Chapitre III :

L'énergie nucléaire en médecine et la datation

Application III

MEDECINE NUCLEAIRE

III.1. Généralités

- En médecine nucléaire, notamment d'un radionucléide est administré au patient, afin d'étudier un phénomène physiologique spécifique au moyen d'un détecteur particulier, une gamma-caméra généralement situés à l'extérieur du corps. L'injection radionucléide est déposé de manière sélective dans certains organes (thyroïde, rein, etc.) Peut être vu de la gamma-caméra de la taille, la forme et la fonction de ces organes. La plupart de ces procédures sont de diagnostic, bien que certains radionucléides sont administrées à des fins thérapeutiques. Radionucléides utiles en médecine nucléaire sont les suivants:
- Le diagnostic émetteur gamma demi-vie courte technétium⁹⁹ métastable, l'indium¹¹¹, l'iode¹³¹, - le xénon¹³³ et le thallium²⁰¹e) et ultra émission de positons demi-vie carbone¹¹, del'oxygène¹⁵, le fluor¹⁸ et le rubidium⁸²).
- Le diagnostic : émetteurs gamma (Iode ¹²⁵.et le cobalt ⁵¹de chrome⁵⁷) et des émetteurs bêta (tritium et desodium²⁴)
- Thérapie: les émetteurs bêta (l'iode¹³¹.,l'yttrium⁹⁰et estroccio⁹⁰) [17]

III.2. Médecine nucléaire

III.2.1. Utilisation de produits radio pharmaceutiques :

- Radio pharmaceutiques sont des substances qui peuvent être administrées au corps vivant de la fonction des organes diagnostique ou thérapeutique d'instruction. Actuellement utilisé pour les produits radio pharmaceutiques diagnostiques de 100 à 300.
- Les isotopes utilisés ont une courte demi-vie de minutes, d'heures ou de jours et sont préparées dans les laboratoires de radio pharmacie assurant leurs propriétés et de pureté.
- Habituellement administré dans le cadre de molécules simples ou des molécules plus complexes liés à être distribués dans les organes que vous souhaitez explorer.
- Radionucléides émetteurs de positons sont utilisés dans la technique dite de tomographie par émission de positons (TEP). Les positons émis par ces radionucléides sont annihilés par des électrons atomiques, résultant en deux rayons gamma qui se propagent dans des directions

Chapitre III : L'énergie nucléaire en médecine et la datation

opposées et sont détectés par une caméra gamma comportant des détecteurs situés de part et d'autre de la patiente. Cette méthode est utilisée pour évaluer, entre autres, le fonctionnement du cerveau.

- La qualité des images obtenues avec cet appareil est supérieure à un équipement classique, mais maintenant, à cause de son coût élevé et de haute technologie, à produire ces isotopes doivent avoir une cyclotron. Non, il ya des équipements vendus uniquement dans les pays à haut niveau de la technologie médicale. L'Espagne a plusieurs équipes de ces caractéristiques dans leur oncologie unités, neurologie cardiologie.
- Une autre technique important est la numérisation, qui détecte le rayonnement gamma émis par le produit radio pharmaceutique fixé à l'organe à étudier, sur un ordinateur appelé une gamma-caméra, le détecteur est placé sur le corps, recevant les photons du produit radio pharmaceutique.
- Ces signaux sont convertis en impulsions électriques qui sont amplifiés et traités par un ordinateur, permettant à la représentation spatiale sur un dispositif d'affichage ou de rayons X, sur un papier ou d'affichage images successives du corps pour une étude plus approfondie.

À l'heure actuelle, les gamma-caméras permettent d'obtenir des coupes d'organes en trois dimensions, l'amélioration de la qualité des études et de la sensibilité diagnostique.

Scintigraphie thyroïdienne consiste à obtenir l'image de la glande thyroïde, l'administration au patient d'un isotope tel que l'iode-131 et le technétium-99, qui est fixée dans les cellules de cette glande. Il est utilisé pour diagnostiquer la présence d'altérations de forme, de volume ou de la fonction thyroïdienne, comme le goitre, hyperthyroïdie, cancers de la thyroïde,,,,, etc.

Scintigraphie surrénale fournit des informations sur la forme et la fonction des glandes surrénales, qui peuvent causer des maladies dysfonctionnements comme la maladie d'Addison, syndrome de Cushing,,,,,, etc.

Avec les différents isotopes et les formes d'administration peuvent être étudiés maladies cardio-vasculaires (angine de poitrine et l'infarctus du myocarde), digestives (kystes ou des tumeurs du tube digestif ou l'absorption intestinale) et du poumon (implication des tumeurs liées les poumons).

La scintigraphie osseuse pour diagnostiquer des infections et des tumeurs dans les os, par la détection de l'accumulation du produit radio pharmaceutique injecté au patient dans les zones touchées.

Chapitre III : L'énergie nucléaire en médecine et la datation

Études sur le système nerveux central (SNC) analyse ces techniques sont utiles pour évaluer les différents types de démences, l'épilepsie et les maladies vasculaires ou les tumeurs qui ne peuvent pas être détectés par résonance magnétique nucléaire ou par La tomographie par émission de positons (TEP) [16]

III.2.2.Médecine nucléaire

La technique d'analyse appelée radio-immunologique, pour détecter et quantifier les substances existantes dans le sang et l'urine, et sont difficiles à détecter par des techniques classiques. Elle est réalisée par la combinaison de la liaison anticorps-antigène marqué avec l'isotope, généralement iode-125, l'un de ces deux éléments, généralement l'antigène.

Pour effectuer ce type d'analyse, le patient n'entre pas en contact avec la radioactivité, puisque l'analyse est effectuée sur le sang prélevé sur le patient.

Il s'agit d'une technique de sensibilité, la spécificité et la précision excellente, qui est appliquée à divers domaines:

- Endocrinologie: La détermination des hormones thyroïdiennes, surrénales, gonades et de relance du pancréas pour tester dynamique et de freinage
- Hématologie: La détermination de la vitamine B12, acide folique,,,,,,,,, etc.
- Marqueur de tumeur oncologie déterminations pour le diagnostic et le suivi des tumeurs.
- Virologie: Déterminations de marqueurs de l'hépatite B et C
- Toxicologie: Détermination de la drogue dans le sang, la détection de la sensibilité d'organismes d'éventuelles allergies

III.2.3.Thérapeutiques en médecine nucléaire

- La spécialité de la médecine nucléaire utilisant des rayonnements ionisants pour le traitement des tumeurs malignes connues comme la radiothérapie.
- Lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées discuter radiothérapie métabolique, qui consiste à injecter ou mangent une dose relativement importante d'une substance radioactive sous forme liquide, à s'accumuler dans le corps que vous voulez traiter, où il agit au moyen d'un rayonnement émis sur des tissus en contact avec celui-ci, en produisant l'effet souhaité de détruire les cellules tumorales.

Chapitre III : L'énergie nucléaire en médecine et la datation

- Ce type de thérapie est utilisé pour traiter cancer de la thyroïde hyperthyroïdie,, métastases osseuses de tumeurs de la prostate et du sein et peut être utilisé seul ou en combinaison avec d'autres agents thérapeutiques comme chimiothérapie.
- Dans le cas du cancer de la thyroïde en iode-131 est utilisé, qui est émetteur gamma, patient Saisie des unités spéciales des unités radioprotection avoir des soins médicaux spécialisés. Une fois que le patient a été déchargé, le contrôle est effectué périodiquement dosimétrique de surveiller et de vérifier que, par de faibles doses de rayonnements gamma, le patient peut vivre avec sa famille et reste de la population.
- Demandes de radiothérapie peuvent inclure ce qui suit:
- Télé thérapie: une technique dans laquelle la source radioactive n'est pas en contact direct avec la tumeur à traiter. Parmi les émetteurs gamma utilisés, souligne la source encapsulée de cobalt-60, contenu dans la pompe appelé cobalt, ce qui empêche la sortie du rayonnement, sauf pour une ouverture qui fournit un rayonnement dirigé. Produit un rayonnement de haute énergie (1,2 MeV) capable d'irradier les tumeurs volumineuses situées en profondeur. Télé thérapie également être administré avec des sources d'émission d'électrons du faisceau et de neutrons.
- Brachythérapie est une technique dans laquelle la source radioactive est en contact direct avec la tumeur. Lorsque les plaques de matières radioactives sont placées sur la zone de la tumeur est appelée surface de curiethérapie, si cette source est introduit dans le patient temporairement dans des cavités naturelles, intra cavitaires curiethérapie parlés et souvent sources encapsulées de césium-137, et si elle est placée sources radioactives dans certains tissus est connu sous le nom de curiethérapie interstitielle. Un des problèmes de cette thérapie, aussi connu comme La curiethérapie est possible toute exposition inutile des patients et du personnel médical aux sources de rayonnements, par conséquent, la source est placée dans les positions n corrects au personnel médical des patients et emploi des commandes à distance pour préparer, transporter et manipuler des sources radioactives.

III.2.4.Radiologie et Techniques de diagnostic

- Composé de l'imagerie du corps à l'aide appareils à rayons X, qui traversent le champ exploratoire à étudier. À l'heure actuelle, il ya beaucoup de développements dans ce domaine en mettant l'accent techniques d'échographie, qui utilisent l'échographie ou imagerie par résonance magnétique n'utilise pas de radiation ionisante.
- Merci à la radiologie X, peuvent être des études de squelette, le thorax, l'abdomen, le système nerveux, le tube digestif, des voies urinaires, cardiaques, etc. L'image radiographique est obtenue lors du passage du faisceau de rayons X pour explorer la région et les rayons X absorbés étant

Chapitre III : L'énergie nucléaire en médecine et la datation

différente selon les tissus, l'obtention d'un faisceau émergent ayant des variations d'intensité visibles sur un écran, a révélé que les résultats d'une radiographie.



Figure III.1 : Scanner à RX –Radiographie- (glande thyroïdes)

Diagnostic : Une autre technique importante est la tomodensitométrie (TDM), qui est d'obtenir une projection informatique en trois dimensions à partir de chevauchement des coupes d'organes à étudier, produite par un mince collimateur faisceau de rayons X qui tourne autour de lui.

La mammographie est une technique d'imagerie utilisée pour l'exploration de la poitrine, ce qui permet d'étudier les tissus mous avec un contraste élevé et le diagnostic des lésions mammaires bénignes et malignes, même de petites dimensions.

La radiologie dentaire, utilise un équipement spécial films intra-oraux (radiographies panoramiques de la bouche) qui permettent d'améliorer le diagnostic du dentiste[17]

APPLICATION IV

LA DATATION PAR LE CARBONE 14

La méthode de datation par le carbone 14 a été mise au point par le physicien W.F. LIBBY en 1950 et lui valut l'attribution du prix Nobel en 1960. Il montra essentiellement qu'il existe un rapport direct entre la proportion de carbone 14 dans un échantillon et son âge.

La matière est constituée de molécules, elles-mêmes composées d'atomes, qui sont caractéristiques des corps simples (ou éléments) comme par exemple l'hydrogène, l'oxygène, l'azote ou le fer et l'or. Ces corps simples sont au nombre d'une centaine et se combinent pour constituer tous les matériaux existants. Un atome d'un élément donné possède toujours le même nombre d'électrons et de protons, mais un nombre variable de neutrons. Ces différentes versions de l'atome s'appellent des isotopes. Ainsi, le carbone présente deux versions stables, les isotopes C^{12} et C^{13} , et un isotope instable ou radioactif nommé C^{14} . Dans un organisme vivant, qui contient toujours du carbone, la proportion des isotopes C^{12} , C^{13} et C^{14} est respectivement de 98,89 %, de 1,108 % et de 1,2 10^{-12} % et surtout reste constant.

Le carbone 14 est parfois appelé radiocarbone naturel et a été découvert fortuitement par le physicien américain F.N.F. KURIE qui montra en 1934 que le C^{14} est produit par le bombardement de l'azote de l'atmosphère par le rayonnement cosmique. Mais le véritable intérêt du radiocarbone naturel date de 1946, lorsque W.F. LIBBY émit l'hypothèse et vérifia que cet isotope se créait de façon continue dans la nature, établissant ainsi les bases théoriques et pratiques de son utilisation pour la datation en archéologie.

En effet, tant qu'un organisme est vivant, du carbone 14 est produit par des réactions nucléaires impliquant l'azote de l'atmosphère et le rayonnement cosmique. Mais simultanément, l'isotope C^{14} étant radioactif, il se désintègre sans arrêt, selon une loi exponentielle. Cette vitesse de désintégration, qui est caractérisée par ce qu'on appelle sa période (dite de demi-vie), est de 5 730 ans pour le carbone 14. Il se trouve que les différents échanges (photosynthèse, respiration et alimentation) qui se produisent entre l'atmosphère et le monde vivant conduisent à un rapport fixe entre les quantités de carbone 14 et de carbone 12.

Ce rapport correspond à un équilibre stable : un accident nucléaire comme celui de Tchernobyl a modifié artificiellement les proportions entre les isotopes, mais elles sont revenues rapidement à l'équilibre.

Dès qu'un organisme meurt, le carbone 14 qu'il contient n'est plus renouvelé puisque les échanges avec l'atmosphère sont suspendus [18].

Conclusion

Dans ce mémoire, nous avons effectué une étude théorique sur l'énergie nucléaire et ses applications dans différents domaines.

Pour ce faire, nous avons présenté des informations très intéressantes sur l'énergie nucléaire qui est considérée comme issue de l'interaction la plus forte connue jusqu'à l'heure actuelle. Dans notre travail de mémoire nous avons donné des aperçus sur la source de l'énergie, son historique, sa théorie et enfin ses différentes applications.

Nous avons conclu que l'énergie nucléaire est la source la plus importante pour la production de l'électricité. Cela peut être justifié par le fait que l'électricité produite à partir de l'énergie nucléaire est de 2 518 TWh en 2011, ce qui représentait 13,5 % de la production mondiale d'électricité. Mais un pays très développé comme la France près de 3/4 de son électricité est d'origine nucléaire.

Davantage, nous avons présenté dans ce manuscrit d'autres applications très intéressantes de l'énergie nucléaire dans l'industrie (l'amélioration des processus de mesure et d'automatisation, et de contrôle de la qualité). En plus nous avons consacré tout un chapitre sur l'application de l'énergie nucléaire en médecine (moyen précis dans la diagnostique et efficace comme outil thérapeutique) et à la datation.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1] O. Pingot, Physique nucléaire, notes de cours, année académique 2000-2001
- [2] J. Franeau, Physique - tome second, Leilens Ed., 1980
- [3] B. Gallez, Utilisation des radionucléides en pharmacie et médecine, notes de cours, Université, Catholique de Louvain, Ecole de Pharmacie.
- [4] L. Valentin, physique subatomique : noyaux et particules, Hermann, 1975
- [5] H.A. Enge, Introduction à la physique nucléaire, Masson et Cie, 1972
- [6] H.A. Enge, M.R. Wehr, J.A. Richards, Introduction to atomic physics, Addison-Wesley Publishing Company, 1972
- [7] W.E. Meyerhof, Elements of Nuclear Physics, McGraw-Hill Book Company, 1967
- [8] Joseph Magill et Jean Galy, Radioactivity Radionuclides Radiation, Springer, 2004
<http://www.nuclides.net>
- [9] Gay Laval, « Fusion Nucléaire », Académie des sciences, EDP, 2007].
- [10] Agnès HOANG Kelly VANG Angèle NOH La structure de l'atome après l'expérience de Rutherford et la découverte du neutrons en 1932
- [11] Dans le globe terrestre, la radioactivité de fission est la principale source de chaleur.
[<http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/radioactivite>]
- [12] 'énergie géothermique, le sang de la terre - Elle est perpétuellement réapprovisionnée par la radioactivité des roches [<http://www.etapenergie.com/geothermique.html>]
- [13] Les sources d'énergie [<http://www-fusion-magnetique.cea.fr/energies/energie02.htm>] - © CEA 2004, [://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Documents/IRSN_NI_Nuage-vol](http://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Documents/IRSN_NI_Nuage-vol)
- [14] <http://energie-nucleaire.net/applications-nucleaires/industrie.html>
- [15] Nuclear share figures - 2002-2012, World Nuclear Association, mai 2013
- [16] World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements [archive], World Nuclear Association, 1^{er} janvier 2013
- [17] <http://energie-nucleaire.net/applications-nucleaires/medecine-nucleaire.html>
- [18] <http://openclassrooms.com/forum/sujet/archeologie-datation-au-carbone-14-61043>