

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE EPOPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR



Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Science et Technologie

Filière : Génies des Procédés

Spécialité : Génies Chimique

Présenté Par :

KHEMISSAT GHIZLANE

ALLOUNE MARIA

Thème :

**Synthèse verte et caractérisation des nanoparticules
à l'aide de d'extrait de menthe**

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

Ms Zighmi Souad

MCB (UKM Ouargla)

Président

Mr Reouan Azedinne

MAA (UKM Ouargla)

Examineur

Mr Med Bilel Goudjil

MCA (UKM Ouargla)

Encadreur

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu et le tout puissant pour la santé, la patience, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.

*Nous adressons le grand remerciement à notre Encadreur Monsieur **Med Goudjil Bilel** qui nous à proposer le thème de ce mémoire, pour sa gentillesse, ses encouragements et ses précieux conseils Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance tous particulièrement : **Zeghmi Souad** pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Nous souhaitons exprimer notre gratitude à **Raouan Azeddine** pour nous avoir fait l'honneur d'examiner et évaluer ce mémoire.*

*Nous remercions nos enseignants du département génie des procédés l'université **KASDI MERBAH OUARGLA**. Nos sincères remerciement à tous ce qui nous aidé à labo de recherche : **Asma et Fatima**. Nous profitons aussi de cette occasion solennelle pour adresser nos remerciements à toute nos familles qui nous ont toujours encouragés et soutenu tout au long des années de notre étude. Nous remercions tous ce qui nous aidé de près ou de loin dans la réalisation des travaux sur terrain.*

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à : Mes très chères parents
pour leur sacrifice et leurs encouragements toute ma vie,
pour leur amour et patience qu'ils ont toujours manifesté
à mon égard, qu'ils trouvent ici le témoignage de mon
profond respect et gratitude Mes très chères frères
: AbdElmoniem , Med Anis: à qui je souhaite un avenir
plein de joie, de bonheur et de réussite Mes très chères
sœurs : Soumia, Anfel, Hounaida et mes nièce Aryam et
Mayar et tout la famille Je n'oublie jamais le générosité
illimitée de ma très chère amie : Rania, Chaima*

Et tous mes proches

A tous ceux que j'estime

GHIZLANE

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes très chers parents surtout mon père à qui je souhaite une longue vie pleine de santé et bonheur.

- *à ma très chère Maman, merci pour ton aide, patience, compréhension et ton soutien permanent durant toute cette période d'étude et des examens.*

- *A ma très chère sœur RACHA en lui souhaitant santé, succès et réussite surtout à son examen d'études BAC.*

- *A mes grands-parents surtout mon grand-père à qui je lui souhaite un bon rétablissement et une longue vie pleine de santé et bonheur.*

À tous les membres de ma famille oncles et tantes grand et petit.

Sans oublier mes chères copine Imene Bouznada, Imene

Benabdallah et Ahlam Benabdallah.

MARIA

Liste des figures

Figure I-1-.Photo représente les nanoparticules à la microscopie [7]	5
Figure I-2-. Tailles des différents types de nanoparticules [6].....	5
Figure I-3-. Types des nanoparticules selon leurs dimensions [20].....	7
Figure II-1-. La floraison de menthe [26]	14
Figure II-2-. La morphologie de la menthe poivrée [26]	14
Figure II-3-. Variété la Menthe poivrée (Emerso, 2004) [25].....	15
Figure II-4-. Produits cosmétique [25].....	16
Figure II-5-. Médicaments [25].....	16
Figure II-6-. Zinc massif sous forme naturelle (a) et (b) et provenant de synthèse hydrothermal (c) [32]	17
Figure II-7-. Trois structures du zinc [26].....	18
Figure II-8-. Structure Wurtzite du Zinc	18
Figure II-9-. Illustration bidimensionnelle schématique d'une maille piézoélectrique de Zinc (a) : au repos et (b) : sous contrainte [34]	20
Figure II-10-. Différentes formes de nanostructures de Zinc [31]	21
Figure II-11-. Consommation mondiale de zinc [36].....	22
Figure II-12-. Représentation schématique du spectrophotomètre <i>UV – Visible</i> [31].....	25
Figure II-13-. Spectromètre <i>UV – Vis (JaskoV – 750)</i>	25
Figure II-14-. Schéma représentant le principe de diffractomètre de rayon X (DRX) par un réseau cristallin [27]	26
Figure II-15-. Photographies de (a) : Dispositif de diffraction des rayonX et (b) : Diffractomètre.[31]	26
Figure III-1-. Organigramme explicative de travail	28
Figure III-2-. (a) la plante menthe poivrée sécher; (b) la plante broyée	29
Figure III-3-. L'agitation de solution (menthe/eau distillé)	30
Figure III-4-. Filtration.....	30
Figure III-5-.Après le séchage.....	31
Figure III-6-. Mécanisme de formation de nanoparticule de Zinc par la synthèse verte [23].....	31
Figure III-7-. Schéma représentant le principe l'intensité de rayonnement transmis et l'intensité du rayonnement absorbé [48].....	32
Figure III-8-. Longueur d'onde d'absorption à 0,2 g /ml.....	34

Figure III-9-. Longueur d'onde d'absorption à 0,4 g /ml.....	34
Figure III-10-. Longueur d'onde d'absorption à 0.8g/ml.....	34
Figure III-11-. Illustration montre la position du pic le plus grand pour la concentration 0,2 g /ml	35
Figure III-12-. Illustration montre la position du pic le plus grand pour la concentration 0,4g/ml	35
Figure III-13-. Illustration montre la position du pic le plus grand 0,8g/ml	36
Figure III-14-. Illustration montrant la définition de β à partir du spectre de diffraction des rayons X [49]	37
Figure III-15-. Illustration montre la position de pic le plus grand pour la concentration 0,2g/ml	38
Figure III-16-. Illustration montre la position de pic le plus grand pour la concentration 0,4g/ml	38
Figure III-17-. Illustration montre la position de pic le plus grand pour la concentration 0,8g/ml	39

Liste des tableaux

Tableau I -1- .Classification des nanoparticules en fonction de leur composition.....	8
Tableau II -1- . Caractéristiques cristallographiques principales du Zinc	19
Tableau II -2- . Les applications de Zinc dans les différentes industries	22

Liste des abréviations

ZN : zinc

NPS : nanoparticule

CO : monoxyde de carbone

DRX : diffraction des rayons X

UV-VIS : ultra-violet visible

H : hydrogène

D_v : diamètre de volume

D_m : diamètre de masse

CH : méthane

H : hydrogène

CO : mono oxyde de Carbone.

HS : hydrogène de sulfate.

JCPDS : Joint Commette Powder Diffraction Standard.

FWHM:full width at half maximum.

nm: Nanomètre ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

λ : Longueur d'onde

Å:Ångström ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$)

m: Mètre

Sommaire

<i>Remerciement</i>	I
<i>Dédicaces</i>	II
<i>Dédicaces</i>	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	VI
Liste des abréviations	VII
Sommaire	VIII
Introduction générale.....	1
Chapitre I	3
Généralités sur les nanoparticules	3
I.1- Introduction	4
I.2-. Généralités sur les Nanomatériaux	4
I.3-. Définition d'une nanoparticule	4
I.4-. Différents types de nanoparticules	5
I.4.1-. Liposomes.....	5
I.4.2-.Agrégats.....	6
I.4.3-. Micelles	6
I.4.4-. Nanoparticules polymériques	6
I.4.5-. Nanoparticules lipidiques	6
I.4.6-.Nanoparticules inorganiques	6
I.5-.La classification de nanoparticule	7
I.5.1-.Classification de nanomatériaux selon leurs formes d'utilisation	7
I.5.1.1-.Matériaux de dimension 0	7
I.5.1.2-.Matériaux de dimension 1	7
I.5.1.3-.Matériaux de dimension	7
I.5.1.4-.Matériaux de dimension 3	7
I.5.2-. Classification des nanomatériaux selon leur localisation au sein du composant / objet /produit considéré.....	8
I.5.3-.Classification de nanoparticules en fonction de leurs sources	8
I.5.3.1-.Origine naturelle	8
I.5.3.2-.Origine humaine	8

I.6-Propriétés des nanomatériaux	9
I.6.1-.Propriétés mécaniques	9
I.6.2-.Propriétés électriques.....	9
I.6.3-.Propriétés optiques	9
I.6.4-.Propriétés de transfert thermique.....	9
I.6.5-.Propriétés magnétiques	9
I.6.6-.Propriétés catalytiques	9
I.7-Paramètres caractéristiques physiques des nanoparticules	9
I.7.1-.Taille	9
I.7.2-. Diamètre équivalent.....	10
I.7.2.1-. Le diamètre équivalent en masse.....	10
I.7.2.2-.Le diamètre équivalent en volume (dV)	10
I.7.3-.Forme des particules	10
I.7.4-.Propriétés de surface.....	10
I.8-. Conclusion	11
Chapitre II	12
Présentation de la plante menthe et les propriétés de Zinc	12
II.1-. Introduction.....	13
II.3-.Classification botanique de la plante.....	13
II.4-. Menthe poivrée (Menthe X piperita).....	14
II.4.1-.Propriétés de la menthe	15
II.5-.Utilisation de la plante menthe	15
II.5.1-.En Cosmétique	15
II.5.2-. En médecine	16
II.5.3-. En cuisine	16
II.6-. Généralité sur de zinc « Zn »	17
II.7 -. Propriété de zinc	18
II.7.1-. Les Propriétés structurales de zinc	18
II.7.2-. Propriétés catalytiques du Zinc	19
II.7.3-.Les propriétés optiques.....	19
II.7.4-.Propriétés électriques et électroniques	20
II.7.5-. Propriétés piézoélectriques.....	20
II.7.6-.Propriétés morphologiques.....	20
II.7.7- Propriétés de surface de zinc	21

II.8-.Applications de Zn	22
II.9-. La synthèse des nanoparticules de Zinc	23
II.9.1-.Synthèse verte	23
II.10-.Les Techniques de caractérisation.....	24
II.10.1-. La spectrométrie ultraviolet-visible	24
II.10.1.1-.Le principe UV-VIS	25
II.10.1.2-.Appareillage	25
II.10.2-. Caractérisation Diffraction des rayons X (DRX).....	26
II.10.2.1-.Appareillage	27
II.11-. Conclusion.....	27
Chapitre III.....	28
Matériels et Méthodes	28
III.2-.Matériels utilisés	29
III.2.1-.Balance analytique	29
III.2.2-.Agitateur magnétique.....	29
III.2.3-.Étuve de séchage.....	29
III.3 -.Préparation de feuille de menthe.....	29
III.4-. Caractérisation des nanoparticules de zinc	31
III.4.1-. Spectroscopie UV-visible	31
III.4.1.1-.Principe UV-VIS.....	31
III.4.2-. La diffraction des rayons X.....	32
III.4.2.1-.Le principe	32
III.5-. Résultats et discussion	33
III.5.1-.UV –Visible	33
III.5.2-.La diffraction des rayons X.....	35
III.5.2.1-.Programme origine.....	36
III.5.2.2-.La détermination de la taille des grains	36
III.5.2.3-.Résultat de taille de grain par programme origine.....	38
III.6-. Conclusion	40
Conclusion générale	25
Conclusion générale	42
Références bibliographiques	43
Référence bibliographie	44
Résumé.....	45

Introduction

Générale

Introduction générale

Au cours de ces dernières années, de nombreuses études et recherches se sont intéressées aux nanomatériaux. Les nanoparticules sont, comme leur nom l'indique de toutes petites particules, de l'ordre du nanomètre, possédant des propriétés spécifiques dues à cette taille réduite. Elles ne sont pas soumises aux mêmes lois que celles des particules plus imposantes, et peuvent donc comporter dans leur utilisation des comportements et des risques différents.[1]

Des nanoparticules de zinc ont reçu une attention accrue en raison de ses propriétés telles que la taille des cristaux, l'orientation et la morphologie, le degré d'agglomération, la densité du cristal et chimique, ce qui le rend apte à être utilisé avec succès dans une large gamme d'applications comme la libération contrôlée des médicaments, des cosmétiques et l'industrie des instruments médicaux, biocapteurs, des capteurs de gaz, les cellules solaires, photo détecteurs, des catalyseurs, des électrodes transparentes, diodes électroluminescentes, varistances, transistors [1,2].

La recherche portant sur les nanoparticules s'est très vite orientée vers les applications, poussée par la course aux performances et à l'innovation du monde d'aujourd'hui. Elles permettent une miniaturisation des technologies notamment dans le domaine de l'informatique, et contribuent à de nombreuses applications médicales.

Ces nanotechnologies trouvent des financements considérables et se développent, alors que les risques restent encore peu connus et la prévention trop faible. Ces nanotechnologies font de plus en plus parler d'elles, mais elles sont déjà utilisées au quotidien, sans que nous le sachions réellement. Le risque n'étant plus réduit aux laboratoires de recherche et au monde scientifique/technique, les interrogations et les inquiétudes se multiplient maintenant et il convient donc pour les chercheurs de trouver des réponses.

Le Zn possède d'excellentes propriétés électriques, catalytiques et optiques, qui lui confère un potentiel d'exploitation dans de nombreux domaines d'applications en optoélectronique y compris photo détecteurs [2], On retrouve ainsi du Zn sous diverses formes, massif ou nanostructure tels que les nano fils, les nanobelts, les nano tiges et les nanowalls....., peuvent être synthétisés sur différents substrats [3].

L'objectif de notre étude est l'élaboration et l'optimisation des propriétés structurelles des NPS de zinc et la diminution de la taille des particules jusqu'à l'échelle nanométrique. L'utilisation d'extraits de plantes comme bio réducteurs pour la production des NPS de zinc a attiré l'attention en raison de son protocole rapide, respectueux de l'environnement, non pathogène et économique.

Cette étude est due à étudier la possibilité de synthèse des NPS de zinc à l'aide d'extrait de menthe poivrée et à caractériser ces NPS par UV-VIS, RDX pour déterminer leur taille et leur composition, prouvant les NPS de zinc synthétisé.

Ce manuscrit est organisé de la manière suivante :

- Le premier chapitre est consacré à la description et généralité de nanoparticules ou recherche bibliographique touchant les principales propriétés de nanoparticules été apportée.
- Le deuxième chapitre on va présenter la plante entièrement consacrée à différentes techniques de caractérisations structurales et physiques de nos échantillons. Les différentes techniques de caractérisation des propriétés morphologiques, structurales et physiques comme la diffraction des rayons X (DRX), et l'ultraviolet UV-VIS.
- Dans le troisième chapitre, nous allons présenter la synthèse et caractérisation des nanoparticules de zinc et la technique utilisé, avec la discussion de résultat.

A la fin on termine par une conclusion générale.

Chapitre I

Généralités sur les nanoparticules

I.1- Introduction

Le domaine de recherche de la nanotechnologie est l'une des plus grandes enquêtes énergétiques des sciences des matériaux. Récemment, la synthèse verte de nanoparticules d'oxyde métallique est un sujet remarquable de La nanoscience, Pour plus d'informations on va étudier les nanoparticules du zinc et cette propriété à partir d'une plante aromatique *Mentha piperita* qui est tolérante environnement.

I.2- Généralités sur les Nanomatériaux

La nanotechnologie et les nanosciences étudient les propriétés des systèmes de dimensions de l'ordre de quelques angströms à une centaine de nanomètres. Les nanomatériaux établissent un espace de recherche et de développement impliquant l'utilisation de procédés permettant l'organisation de la matière au niveau moléculaire ou atomique à des échelles caractéristiques de 1 à 100 nanomètres (nm).

Les matériaux sont produits à partir de la destruction d'un matériau macroscopique, ou par l'aménagement d'un groupe d'atomes ou de molécules, Ces nanoparticules peuvent avoir différentes formes (nano sphères, nanotubes, nano fils, cellules, monocristaux...).

Les nanomatériaux présentent des caractéristiques différentes de l'échelle macroscopique, grâce à leur taille. Certainement, lorsque la taille d'une particule diminue, le nombre de particules par unité de masse croît. Les nanoparticules possèdent des propriétés qui dépendent de leurs tailles en raison de la proportion importante des atomes existants sur leurs surfaces par rapport à leurs volumes, ce qui entraîne une importante surface spécifique [4]

Les structures nanométriques permettent alors d'obtenir de nouveaux matériaux présentant des propriétés mécaniques, électriques, magnétiques, optiques et catalytiques particulières différant parfois des propriétés du même matériau à une échelle différente [5].

I.3- Définition d'une nanoparticule

Une nanoparticule est un agglomérat des millions d'atomes qui forment une molécule dont la dimension est comprise entre 5 et 200 nm ou plus globalement inférieure à 1 μ m La taille nanométrique augmente la surface de contacts entre les matériaux, Ce qui leur confère une plus grande réactivité. Les tailles des nanoparticules sont donc du même que les protéines et les virus [6].

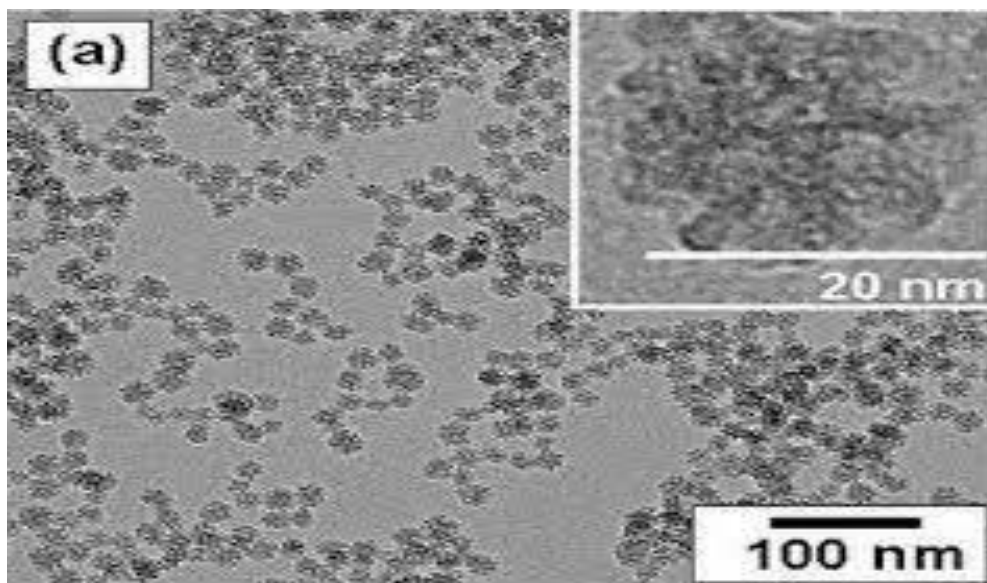


Figure I-1.-Photo représente les nanoparticules à la microscopie [7]

I.4.- Différents types de nanoparticules

La composition du cœur des nanoparticules est très variée : il peut s'agir d'assemblages organiques ou inorganiques [8]. Nous allons décrire ici les nanoparticules les plus courantes.

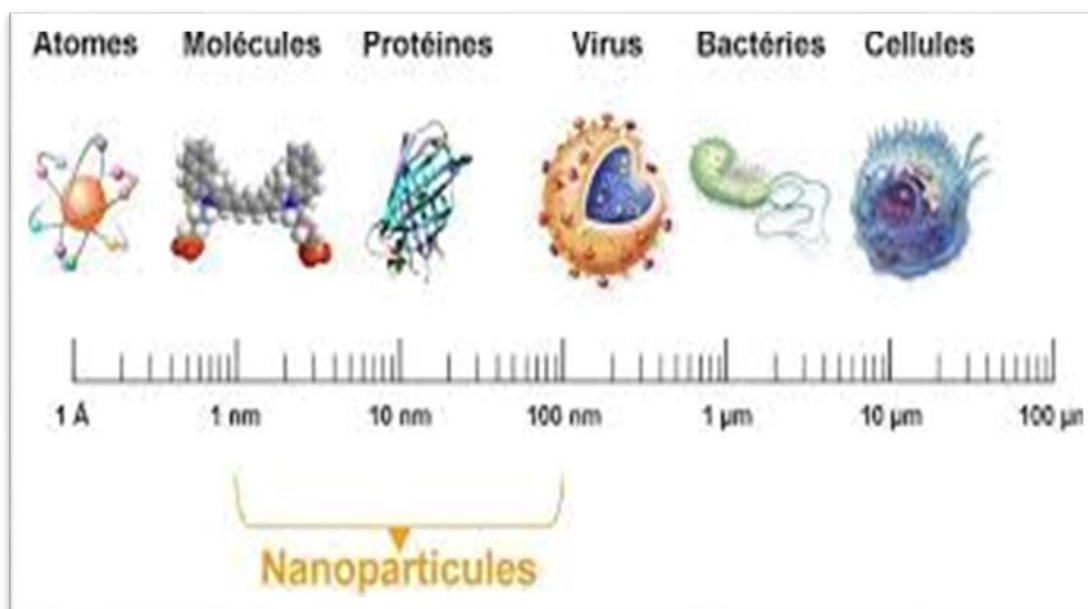


Figure I-1.- Tailles des différents types de nanoparticules [6]

I.4.1.- Liposomes : Les liposomes [09] sont des vésicules constituées d'une ou plusieurs doubles couches concentriques de phospholipides et de molécules de cholestérol encapsulant un réservoir aqueux. La taille des liposomes varie entre 30 nm et plusieurs micromètres.

I.4.2.-Agrégats : Un agrégat est un objet résultant de la réunion d'un ensemble d'éléments distincts de même nature. En physique les agrégats, plus souvent désignés par l'anglicisme clusters, sont des ensembles de quelques atomes à quelques dizaines de milliers d'atomes ou de molécules (~1 à quelques 100 nanomètres de diamètre). Les agrégats constituent un état intermédiaire entre l'atome isolé et le cristal pour lequel toutes les propriétés de la matière changent. Gamme de tailles des nanoparticules comparées à celles des principales structures chimiques et biologiques.

I.4.3.- Micelles : Une micelle est un agrégat de molécules d'agent tensioactif dispersées dans un colloïde liquide. Une micelle typique dans le soluté forme un agrégat avec les régions « principales » hydrophiles en contact avec le dissolvant environnant, séquestrant les régions hydrophobes de queue au centre de micelle. La forme des micelles est généralement sphérique, et peut être ellipsoïdale ou cylindrique.

I.4.4. Nanoparticules polymériques : Les premières nanoparticules polymériques, ont été développées par Couvreur et al dans les années 1980 [10]. Différents polymères ont ensuite été utilisés avec succès pour former des nanoparticules. Les plus couramment utilisés actuellement étant le poly (acide lactique), le poly (acide glycolique) et leur copolymère le poly (lactide-coglycolide), respectivement abrégés.

I.4.5.- Nanoparticules lipidiques : Ces nanoparticules sont constituées d'un cœur lipidique, généralement à base de triglycérides biodégradables, bio assimilables et non toxiques. Parmi les particules entrant dans cette catégorie, les nanoparticules lipidiques solides ou SLN pour « Solid Lipide Nanoparticules » sont les plus étudiées [11-12]. Le cœur de ces particules, développées au cours des années 1990, est constitué d'une matrice de lipides qui est solide à température ambiante mais également à la température du corps humain. Cette matrice plus ou moins cristallisée est stabilisée par une couche de surfactant. De telles particules ont une stabilité et une capacité à encapsuler les molécules lipophiles supérieure à celle des liposomes. Elles peuvent de plus être synthétisées en l'absence de solvant organique.

I.4.6.-Nanoparticules inorganiques : Outre les nanoparticules organiques, des nanoparticules inorganiques ont également été développées. Les plus courantes sont les nanoparticules métalliques d'or [13-14] ou d'argent (qui font l'objet de travail), les nanoparticules magnétiques [15], les nanoparticules en silice [16] et les nano cristaux semi-conducteurs [17-18].

I.5.-La classification de nanoparticule

I.5.1.-Classification de nanomatériaux selon leurs formes d'utilisation

I.5.1.1.-Matériaux de dimension 0

Matériaux sous forme dispersée, aléatoire ou organisée, comme dans les cristaux colloïdaux pour l'optique ou les fluides magnétiques.

I.5.1.2.-Matériaux de dimension 1

Matériaux sous forme de nano-fils ou de nanotubes.

I.5.1.3.-Matériaux de dimension 2

Matériaux sous forme de couche mince, comme dans les dépôts d'agrégats ou de revêtements épais obtenus par projection plasma ou voie électrochimique.

I.5.1.4.-Matériaux de dimension 3

Matériaux sous forme compacte comme dans les céramiques et les métaux nanostructures [19].

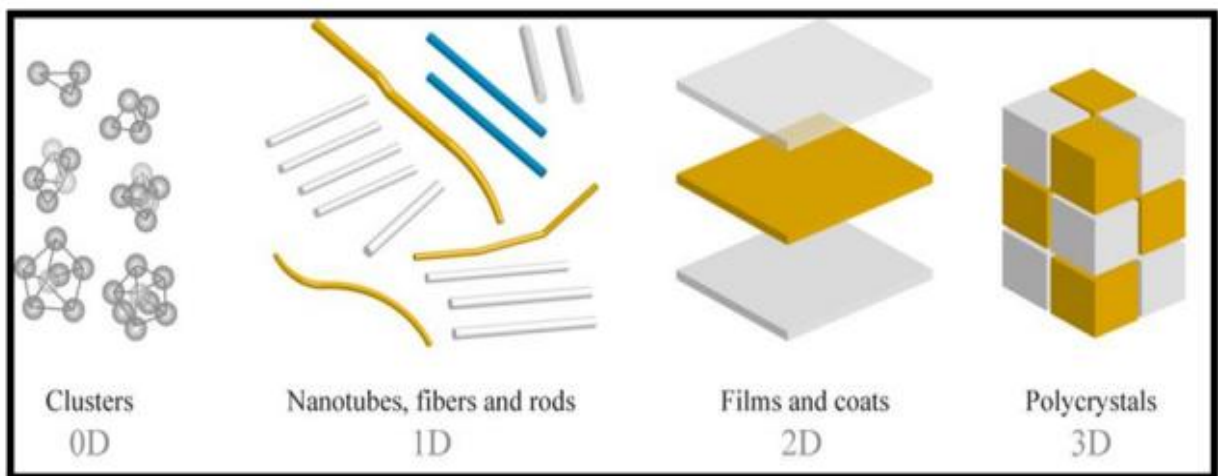


Figure I-3-. Types des nanoparticules selon leurs dimensions [20]

1.5.2-. Classification des nanomatériaux selon leur localisation au sein du composant / objet /produit considéré

Tableau I -1-.Classification des nanoparticules en fonction de leur composition chimique [21]

	Matériaux à base de carbone	Matériaux à base de métaux	Dendromètres	Matériaux opposites
Définitions	Matériaux à base de carbone qui ont soit une forme sphérique ou tubulaire	Matériaux ayant un élément chimique métallique	Polymères assembles de façon ramifiée et aux cavités intérieures vides	Matériaux résultant d'une combinaison entre des nanoparticules et un autre matériau à la nano-échelle

1.5.3-.Classification de nanoparticules en fonction de leurs sources

1.5.3.1-.Origine naturelle

1.5.3.1.1-.Biologique(dont l'ADN - diamètre de l'ordre de 2,5 nm, plusieurs bactéries – 30 nm à 10 mm, plusieurs virus 10 à 60 nm).

1.5.3.1.2-.Minérale ou environnementale (la fraction fine du sable de désert, les fumées originaires d'activité volcanique ou de feux de forêt et certaines poussières atmosphériques). [30]

1.5.3.2-.Origine humaine

Les « engineerednanoparticles », ou nanoparticules manufacturées, qui sont les nanomatériaux fabriqués dans un but d'application technologique. Comme les particules ultrafines d'oxyde de titane et des métaux ultrafins, les pigments de peinture, etc. Les « bulknanoparticules » : le noir de carbone, la fumée de silice, la fumée d'huile, le « smog » et les particules diesel...etc. [22].

I.6.-Propriétés des nanomatériaux

Les nanomatériaux, comme cela est décrit dans le rapport « les nanomatériaux : effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement », présentent de nombreuses propriétés particulières dont les principales sont les suivantes :

I.6.1.-Propriétés mécaniques

La structure nanométrique améliore la résistivité mécanique [23].

I.6.2.-Propriétés électriques

La conductivité électrique de matière est modifiée par l'utilisation des Nanoparticules ou les nanotubes [23].

I.6.3.-Propriétés optiques

Les Nanoparticules peuvent améliorer la transparence de la matière grâce à ces dimensions : Dimension de la nanoparticule < longueurs d'onde de la lumière visible [23]

I.6.4.-Propriétés de transfert thermique

La présence des Nanoparticules peut améliorer la conductivité thermique de matière [31].

I.6.5.-Propriétés magnétiques

Les cristallins (nanomatériaux de dimension 0) peuvent effectuer d'une manière importante le comportement magnétique des matières [23].

I.6.6.-Propriétés catalytiques

Il existe des nanomatériaux qui peuvent jouer le rôle d'un catalyseur pour une réaction spécifiée par exemple : les nanoparticules d'or avec la réaction d'oxydation du monoxyde de carbone (CO). [23].

I.7.-Paramètres caractéristiques physiques des nanoparticules

I.7.1.-Taille

On appelle nanoparticules, ou particules ultrafines, les particules de dimension inférieure à 100nanomètres (nm), en notant que cette valeur est arbitraire, choisie par l'observation mais non représentative d'une quelconque barrière physique.

Les particules nanostructures sont des agglomérats comportant des caractéristiques structurales inférieures à 100 nm qui peuvent influencer ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Ce sont des groupes de particules liées par des forces relativement faibles, comme les

forces de Van der Waals, les forces électrostatiques ou encore les forces provoquées par les tensions de surface. Leur dimension totale peut être supérieure à cette valeur de 100 nm mais c'est « leurs éléments constitutifs » qui sont de taille inférieure ou égale à 100 nm.

1.7.2.- Diamètre équivalent

Les nanoparticules sont rarement sphériques, mais plutôt de formes irrégulières. Il est donc nécessaire pour caractériser la taille de ces particules, de définir des diamètres qui seront associés à d'autres propriétés. Ces diamètres sont les suivants : diamètres équivalents en masse, en volume, optique, diamètre aérodynamique, de Stokes, thermodynamique, de mobilité électrique. Nous définissons ici les plus utilisés :

1.7.2.1.- Le diamètre équivalent en masse correspond au diamètre d'une sphère de même densité et de même masse que la particule étudiée. On le notera DM.

1.7.2.2.-Le diamètre équivalent en volume (dV) correspond au diamètre d'une sphère de même volume que la particule, en incluant les cavités inaccessibles par le fluide environnant. On peut donc confondre diamètre équivalent en masse et en volume pour les particules non poreux

1.7.3.-Forme des particules

Les diamètres équivalents ne suffisent pas toujours à caractériser complètement les nanoparticules. On définit également la forme des particules à l'aide de plusieurs facteurs. Facteur de forme dynamique, morphologie fractale des particules, diamètre des particules primaires nombre de particules primaires, rayon de giration de l'agrégat...., ces différents paramètres permettent de caractériser plus précisément les particules, mais surtout les agrégats de particules, pouvant prendre des formes complexes.

1.7.4.-Propriétés de surface

Les réactions ayant lieu entre les nanoparticules et le milieu environnant se produisent pour la majorité à la surface de ces particules. On pourra donc caractériser les nanoparticules en fonction de la surface exposée, ou tout du moins les comparer entre elles à surface exposée égale. Les nanoparticules réagissent aussi en fonction de la nature et de la composition de la surface : présence de sites actifs comme des ions métalliques ou des radicaux, caractère hydrophile/hydrophobe, charges superficielles. [24]

I.8-. Conclusion

Dans ce le chapitre, on peut dire que les nanoparticules sont des particules infiniment petites 1 - 100 nm qui sont classées selon leurs dimensions (0D, 1D, 2D 3D) et aussi on peut classer selon leur localisation au sein du composant et leurs origines (naturelle ou humaine).

Les nanoparticules sont utilisées dans différents secteurs industriels (construction, cosmétique, énergie, santé, plasturgie et textile...etc.), Ces nanoparticules sont des semi-conducteurs. Ces propriétés permettent d'utiliser ces particules dans plusieurs secteurs industriels.

Chapitre II

Présentation de la plante menthe et les propriétés de Zinc

II.1- Introduction

II.2- Présentation de la plante

La menthe appartient à la famille des Lamiacées comme de nombreuses autres plantes aromatiques telles que le thym, le basilic ou encore la lavande. Elle comprend environ 3000 espèces, Les menthes forment un genre (Menthe) et ce genre comprend environ 70 espèces dont certaines sont très connues telle que la menthe pouliot qui éloigne les fourmis. (Medine.Ch, 2015) I.2. Origine : La menthe est une plante vivace appartenant à la famille des labiées. La menthe est présente dans plusieurs régions qui sont considérées comme ses pays d'origine. Ainsi, la liste comprend l'Afrique du Nord, l'Asie et l'Europe mais elle s'est répandue à travers le monde entier.

La menthe est une plante herbacée rustique. Les principales caractéristiques des espèces de menthe impliquent une tige quadrangulaire et très ramifiées, les feuilles simples et opposées. Les fleurs rosées violacée sou blanches de petite taille sont disposées en épis ou en capitules terminaux ou en verticilles axillaires [25].

II.3- Classification botanique de la plante

Règne : Planta

Sous-règne : Tracheobionta

Super-division : Spermatophyte

Division : Magnoliophytes

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Stéride

Ordre : Lami ales

Famille : Lamiaceae

Genre : Menthe L.

Espèce : *Menthapiperita L.*



Figure II-1-. La floraison de menthe [26]

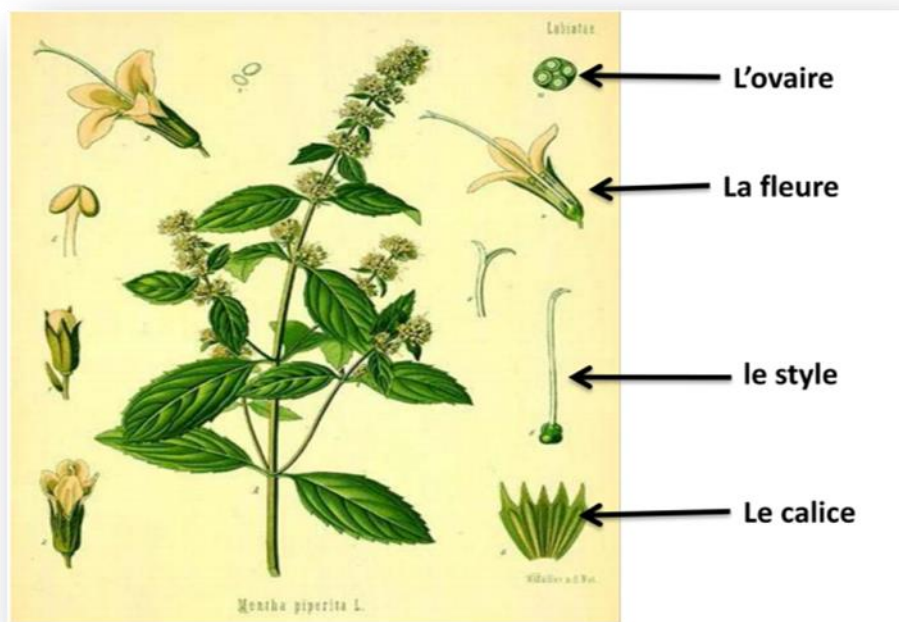


Figure II-2-. La morphologie de la menthe poivrée [26]

II.4-. Menthe poivrée (Menthe X piperita)

La menthe poivrée est une plante hybride issue du croisement de la menthe aquatique (menthe aquatique) et la menthe verte (menthe spicata). [25]



Figure II-3-. Variété la Menthe poivrée (Emerso, 2004) [25]

II.4.1.-Propriétés de la menthe

La menthe poivrée a un effet antispasmodique sur le système digestif car elle stimule la sécrétion des sucs digestifs et de la bile, elle décontracte les muscles intestinaux, elle possède également des vertus antiseptiques.

Cette plante est efficace en infusion pour traiter les troubles de la digestion comme les nausées et les ballonnements. L'huile essentielle de menthe poivrée est connue depuis longtemps pour ses propriétés toniques et stimulantes générales, anti-inflammatoires pour l'intestin et le système urinaire et surtout antalgiques et anesthésiantes par l'effet réfrigérant du menthol : de ce fait, elle permet de calmer certaines douleurs, comme les maux de tête par exemple. Enfin, elle est fortement antibactérienne. [25]

II.5.-Utilisation de la plante menthe

II.5.1.-En Cosmétique

On trouve de la menthe dans de nombreux produits cosmétiques, des crèmes, des shampoings, des lotions, du dentifrice et pour parfumer les savons.



Figure II-4-. Exemple d'un Produits cosmétique [25]

II.5.2-. En médecine

La menthe est connue et utilisée depuis très longtemps comme plante médicinale. Elle est efficace contre les affections similaires aux bronchites (Problèmes respiratoires), troubles digestifs (efficace en cas de constipation ou de diarrhée), troubles urinaires, toux et rhume, soulage les douleurs liées aux piqûres d'insectes et d'animaux, contre les maux de tête Utilisation des feuilles et des sommités fleurie qu'en prépare en infusion (prendre de tasse par jour) a montré ses bons effets dans les vomissements, les crampes d'estomac, les maux de tête, la toux .



Figure II-5-. Exemple d'un Médicaments [25]

II.5.3-. En cuisine

La menthe est une plante indispensable dans la cuisine et utilisée pour aromatiser les glaces des sorbets. La menthe verte est connue en Afrique du Nord sous le nom de « Nanah » il s'agit de la menthe de référence pour faire du vrai thé à la menthe maison.

La menthe verte est employée très couramment comme herbe aromatique par exemple dans le thé à la menthe ou le taboulé et asiatiques et les salades. Elle contient une forte quantité de menthol à l'origine de la sensation de fraîcheur ou de froid (car stimulant les mêmes récepteurs que ceux qui dans la bouche sont sensibles au froid). Elle est utilisée dans plusieurs recettes en cuisine à cause de leur richesse des éléments nutritifs. [25]

II.6-. Généralité sur de zinc « Zn »

Le zinc est un composé chimique inorganique du formule Zinc, est nommé par “Zincite” [27], est un oxyde métallique composé de zinc et d'oxygène. Il se présente sous forme d'une poudre blanc cassé à jaune pâle [28]. Sa température de fusion est 1975 C° et sa masse molaire est 81,38 g/mo [29] il est insoluble dans l'eau mais soluble dans les acides et les alcools. C'est un semi-conducteur à large bande interdite directe (3,37 eV), et une importante énergie de liaison des excitons (60 meV) avec une conductivité naturelle de type n [30].

Le zinc est présenté à l'état solide sous forme d'une poudre inodore de couleur blanche [31]. Le principal avantage du Zinc est le fait que ses composants sont non toxiques (contrairement, par exemple, à l'indium dans l'ITO), et très abondants sur Terre Le matériau Zinc synthétise de manière artificielle sous massive

Les structures nanométriques permettent alors d'obtenir de nouveaux matériaux présentant des propriétés mécaniques, électriques, magnétiques, optiques et catalytiques particulières différant parfois des propriétés du même matériau à une échelle différente [31]

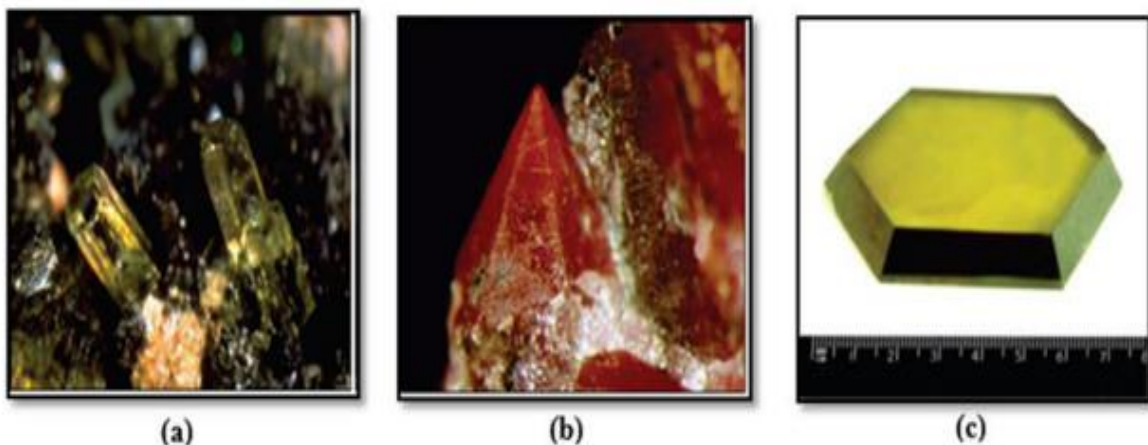


Figure II-6-. Zinc massif sous forme naturelle (a) et (b) et provenant de synthèse hydrothermal (c) [32]

II.7 -. Propriété de zinc

II.7.1-. Les Propriétés structurales de zinc

Le zinc est un semi-conducteur qui se cristallise sous trois structures : Wurtzite, Zinc blende et Rocksalt.

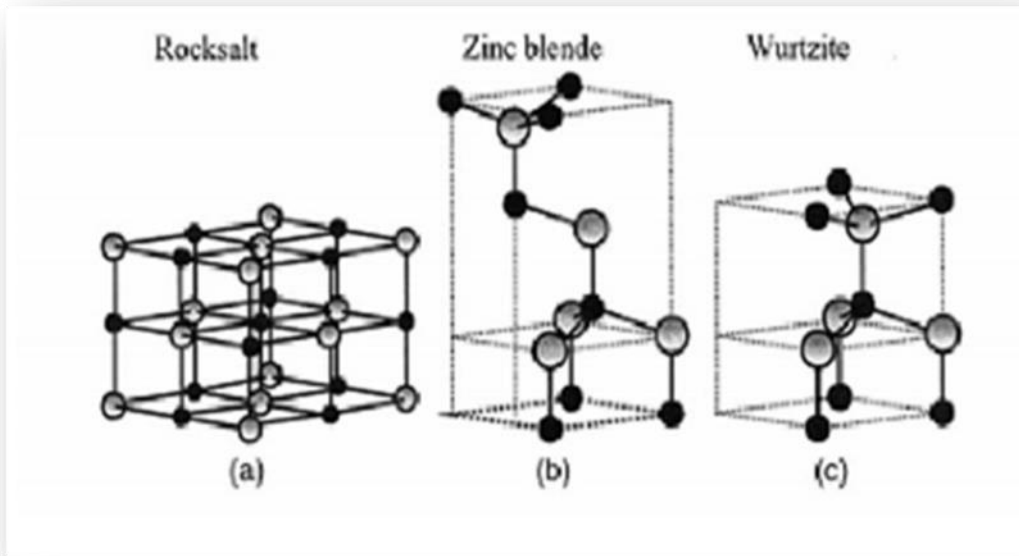


Figure II-7-. Trois structures du zinc [26]

Cependant la structure la plus stable thermodynamiquement est l'hexagonal de type Wurtzite [27]. Elle possède une maille élémentaire avec des paramètres $a=b= 3,2499 \text{ \AA}$ séparés par un angle de 120° et l'axe $c= 5,2060 \text{ \AA}$ qui est perpendiculaire au plan formé par a et b . [28]

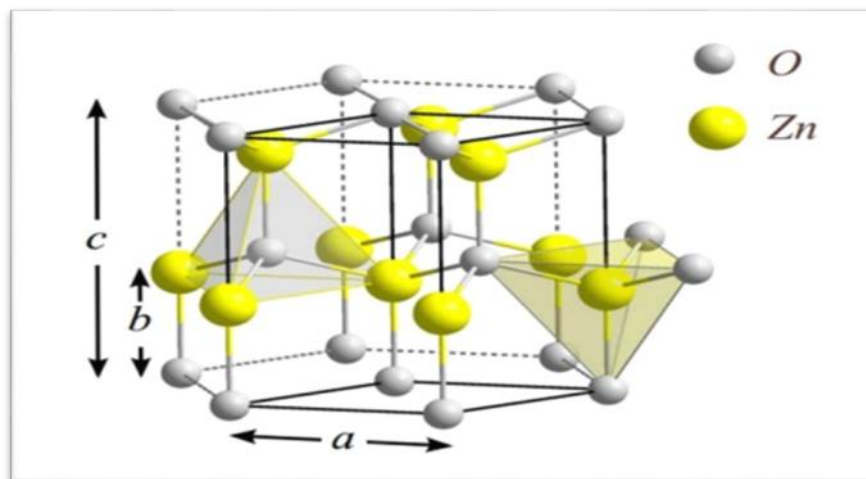


Figure II-8-. Structure Wurtzite du Zinc

Chaque atome de zinc est entouré de quatre atomes d'oxygène situés aux sommets d'un tétraèdre. En fait, l'atome de zinc n'est pas exactement au centre du tétraèdre mais déplacé de $0,11 \text{ \AA}$ dans une direction parallèle à l'axe c

La structure wurtzite est connue comme la structure thermodynamiquement stable à la température ambiante. Tandis que le cubique zinc blende n'est obtenue que dans le cas de croissance sur substrats cubiques et la structure rocksalt n'est obtenue que sous des pressions relativement élevées (~10-15GPa) est appliquée sur la structure. [29].

Tableau II -1-. Caractéristiques cristallographiques principales du Zinc [30]

Réseau	Hexagonale Würtzite		
	a=3.2499Å	c=5.2060Å	c/a=1.6019
Paramètres de maille	Suivant l'axe c		d=1.96 Å
Distance entre O ²⁻ et Zn ²⁺	Pour les autres voisins		d=1.98Å
Rayon atomique	Zn ²⁺ = 0.60 Å	O ²⁻ = 1.38Å	

II.7.2-. Propriétés catalytiques du Zinc

La capacité d'une substance d'être un catalyseur dans un système spécifique dépend de sa nature chimique et de ses propriétés de surface. L'oxyde de zinc possède aussi des propriétés catalytiques, notamment avec des réactions d'oxydation et de déshydrogénation. En particulier, ses poudres en suspension dans l'eau sont un catalyseur pour les réactions : de l'oxydation de l'oxygène en ozone, de l'oxydation de l'ammoniaque en nitrate, la synthèse du peroxyde d'hydrogène, et aussi de l'oxydation des phénols. Grâce à ces propriétés, Zinc est utilisé pour minéralisation des polluants organiques ou comme un capteur de gaz (CH₄, H₂, CO₂, H₂S), ...etc. Ces propriétés catalytiques dépendent essentiellement du degré de perfectionnement de son réseau cristallin qui agit sur son énergie de surface, et à ces propriétés conductrices (lacunes, atomes en positions interstitiels, dopants...).[31]

II.7.3-.Les propriétés optiques

En observant une montée abrupte dans le coefficient d'absorption aux environs de $\lambda=385\text{nm}$. de zinc est un matériau transparent dont l'indice de réfraction sous la forme massive est égal à 2. Sous forme de couche mince, son indice de réfraction et son coefficient d'absorption varient en fonction des conditions d'élaboration. L'indice de réfraction a une valeur qui varie entre 1,90 et 2,20 [27].

La propriété d'émission de nanoparticule de Zinc dépend de la méthode de synthèse Employée. Lors de la préparation de nanoparticule de Zinc cristalline par la méthode de synthèse organométallique à température ambiante il-y-a émission de la couleur jaune, bleu ou blanche.

II.7.4-.Propriétés électriques et électroniques

Ses Propriétés électriques et électroniques dépendent de la taille et de la forme de l'état de surface des nanomatériaux. Les nanoparticules de Zinc sont semi-conductrices (3,37 eV à température ambiante) grâce à la très faible taille des nano cristaux. Présentent une résistance supérieure à 20 GΩ (nanoparticules de Zinc élaborées par synthèse organométallique) [32].

II.7.5-. Propriétés piézoélectriques

Le Zinc présente l'effet piézoélectrique le plus élevé de tous les semi-conducteurs. Cet effet est étroitement lié à sa structure cristalline, car les atomes d'oxygène et de zinc forment des tétraèdres non Centro symétriques ce qui engendre un décalage du centre de charge lors des déformations induites par des forces externes. Ce déséquilibre se traduit par l'apparition d'un moment dipolaire. Cette polarisation se propage dans tout le cristal du fait de sa périodicité créant ainsi une différence de potentiel entre les faces. Par conséquent, cette propriété conduit à la génération d'une tension électrique après l'application d'une force mécanique et vice versa. C'est pourquoi la piézoélectricité de a été intensivement étudiée et a trouvé différents champs d'application telle que les résonateurs d'onde acoustique et les modulateurs acousto-optique [33].

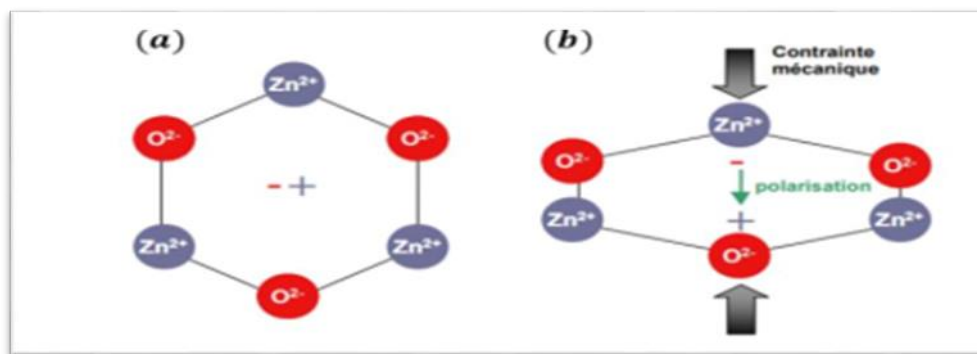


Figure II-9-. Illustration bidimensionnelle schématique d'une maille piézoélectrique de Zinc (a) : au repos et (b) : sous contrainte [34]

II.7.6-.Propriétés morphologiques

Les différentes facettes de Zinc pourraient induire une croissance anisotrope. Dans les conditions d'équilibre thermodynamique, les facettes ayant une énergie de surface plus faible sont plus importantes que les facettes ayant une énergie de surface plus élevée [35]. Il est possible de modifier le comportement de croissance de Zinc, en contrôlant la cinétique de croissance. Par

conséquent, le zinc peut avoir différentes nanostructures : nanoparticules, nanotubes, nano fils...etc.

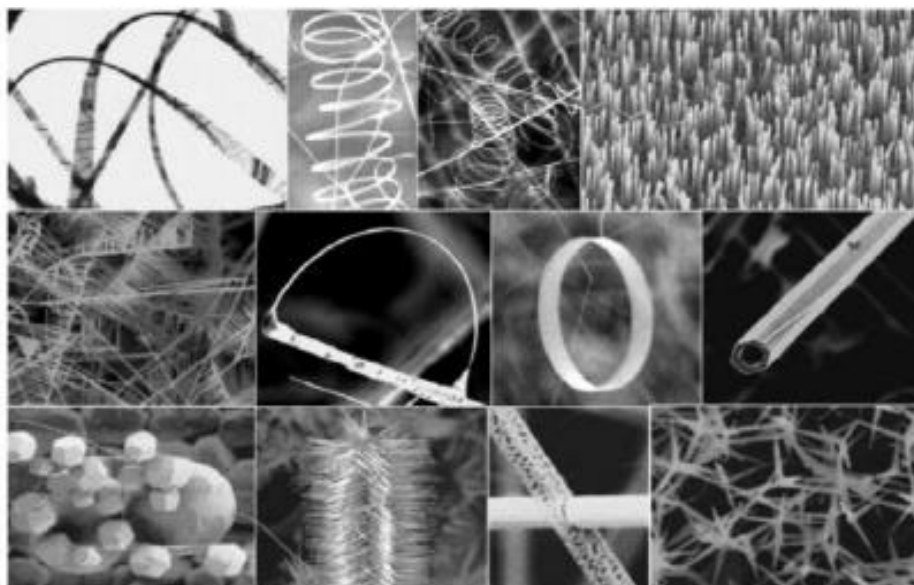


Figure II-10-. Différentes formes de nanostructures de Zinc [31]

II.7.7- Propriétés de surface de zinc

A température ambiante, la présence de groupes hydroxyles à la surface d'un oxyde métallique joue un rôle important dans les processus d'adsorption se produisant à sa surface. On peut distinguer trois types de groupes hydroxyles adsorbés à la surface.

Premièrement, l'eau libre, qui peut être éliminée autour de 100°C. Ensuite, l'eau physisorbée à la surface par des liaisons hydrogènes, qui peut être éliminée entre 100 °C à 200 °C.

Enfin, l'eau chimisorbée, qui est liée à la surface par des liaisons fortes, et qui peut être éliminée autour de 200°C.

La quantité des groupes hydroxyles présents à la surface d'oxydes est généralement déterminée par spectrométrie infrarouge par des méthodes chimiques et par analyse thermogravimétrique (TGA). La plupart des particules d'oxyde métalliques commercialement disponibles sont habituellement traitées à des températures supérieures à 500 °C pour éliminer tout composé volatil et additif provenant du procédé de synthèse. La concentration d'eau adsorbée à la surface est très variable et dépend fortement de la méthode de synthèse et du traitement thermique.

De faibles concentrations en groupes hydroxyles d'environ 7,5 OH-/nm² ont été trouvées sur les particules de zinc commercial [23].

II.8-Applications de Zn

En raison de ses propriétés diverses, chimiques et physiques, de zinc est largement utilisé dans de nombreux domaines. Il joue un rôle important dans une très large gamme d'applications. La figure I.8 montre la consommation mondiale de zinc par région [36]

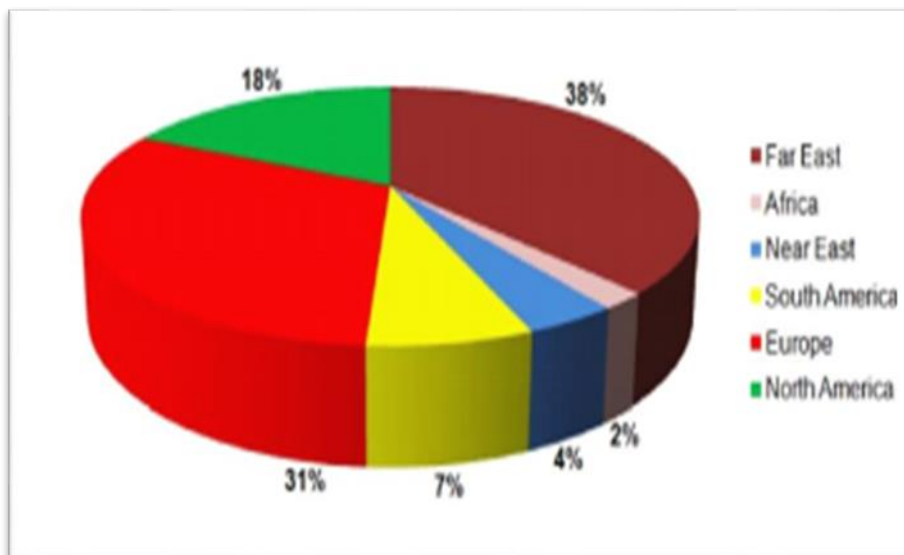


Figure II-11-. Consommation mondiale de zinc [36]

Sous forme de matériau massif, de couches minces et de poudre, le zinc est largement utilisé, notamment dans les secteurs industriels suivants :

Tableau II -2-. Les applications de zinc dans les différentes industries [36]

Industrie	Application
Les industries électroniques et optoélectroniques	<ul style="list-style-type: none"> _ transistor à effet de champ _ lasers UV _ cellules photovoltaïques Capture de gaz _ Dispositif de surface à ondes acoustique (SAW) _ Diodes émettrices de lumière (LED) _ spintronique
Les industries textiles	<ul style="list-style-type: none"> _ textiles autonettoyant et hydrofuges _ textiles anti UV _ photo catalytique
Les industries pharmaceutiques et cosmétiques	<ul style="list-style-type: none"> Anticancéreuses, antibactériennes, antifongique et anti-inflammatoires _ biocapteur _ pates dentaires _ Compléments alimentaires _ Crème écrans soleil
Les industries mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> _ Nano-résonateurs _ Nano-générateurs piézoélectrique

II.9-. La synthèse des nanoparticules de Zinc

Diverses méthodes sont utilisées pour la synthèse des nanoparticules de Zinc. Ces méthodes peuvent être divisées en trois types : les méthodes chimiques, physiques et biologiques [37-38].

II.9.1-.Synthèse verte

Le besoin de biosynthèse de nanoparticules a augmenté étant donné que les processus physiques et chimiques étaient coûteux. Pour réduire les coûts, les chercheurs ont utilisé des extraits de plantes et des microorganismes pour la synthèse de nanoparticules. Les méthodes vertes encouragent les scientifiques à minimiser l'utilisation de produits chimiques toxiques et à réduire la production de déchets en effectuant des opérations en milieu aqueux [39]. La synthèse verte est une nouvelle approche pour lutter contre la pollution en prévenant les problèmes environnementaux.

La synthèse des nanoparticules de Zinc est dominée par diverses méthodes physiques et chimiques qui nécessitent de haute pression et température, En général, les méthodes physiques consomment de l'énergie supplémentaire et le vide poussé obligatoire [40, 41], alors que les méthodes chimiques sont des méthodes de production de masse coûteuses et nuisibles [42, 43].Ainsi, Les méthodes de synthèse chimique conduisent souvent à la présence de certaines espèces chimiques toxiques adsorbées sur la surface qui peuvent avoir des effets indésirables dans les applications médicales [44]. La synthèse verte des nanoparticules devance les autres méthodes car elle est simple, rentable et relativement reproductible et se traduit souvent par des matériaux plus stables. Les matériaux à base de plantes semblent être les meilleurs candidats. Ce sont des nanoparticules de production à grande échelle et des alternatives respectueuses de l'environnement aux méthodes physiques et chimiques [45].

Des techniques pourraient être envisagées pour la synthèse de nanoparticules de métal d'origine naturelle à l'aide de réactifs tels que des plantes (feuilles, racines, latex, graines et tiges) et des microorganismes.

L'utilisation des plantes pour synthétiser des nanoparticules de zinc a pour principal avantage de permettre leur disponibilité, de les manipuler en toute sécurité et d'avoir une grande capacité de transformation des métabolites lorsqu'elles peuvent contribuer à la réduction.

La synthèse verte de nanoparticules est un type d'approche ascendante dans laquelle la réaction principale est la réduction / oxydation. Les photochimiques végétaux antioxydants ou les enzymes microbiennes sont généralement responsables de la réduction des composés métalliques dans leurs propres nanoparticules. L'agent actif primordial dans certaines de ces synthèses est les

composés phénoliques. De nos jours, on s'intéresse de plus en plus à l'utilisation de précurseurs non toxiques et respectueux de l'environnement, l'abaissement de la température de réaction, l'absence de rejets de sous-produits non désirés et la pollution sont les principaux problèmes qui méritent une attention particulière dans une stratégie de synthèse verte.

II.10.-Les Techniques de caractérisation

II.10.1.- La spectrométrie ultraviolet-visible

Le spectrophotomètre ultraviolet-visible est une technique de caractérisation spectrale quantitative, qualitative et non destructive, repose sur

L'interaction de la matière et du rayonnement électromagnétique, [46] utilisée pour quantifier la lumière absorbée et dispersée par un échantillon. Elle s'applique à des groupements d'atomes qui absorbent le rayonnement de l'*UV* (200 – 400 nm) et le *visible* (400 – 800 nm) du spectre électromagnétique. Cette technique fournit des informations sur les propriétés optiques de l'échantillon à analyser : la transmission (*T*), l'absorption (*A*) et la réflexion (*R*) de la lumière

Son appareillage est présenté sur la figure II.11.

Le spectre d'absorption permet de caractériser une molécule, il est l'un des critères d'identification de la molécule. Lorsque le spectre d'une molécule ou d'un ion est connu, la spectrométrie UV-Visible est très utile pour faire l'analyse quantitative, en appliquant la loi de Berr Lambert [47]

$$A = \varepsilon CL \text{ (II.3)}$$

- A est l'absorbance ;
- ε est le coefficient d'absorption molaire (constante) ;
- L est la longueur du trajet parcouru par la lumière dans le milieu considéré ;
- C est la concentration de l'entité chimique

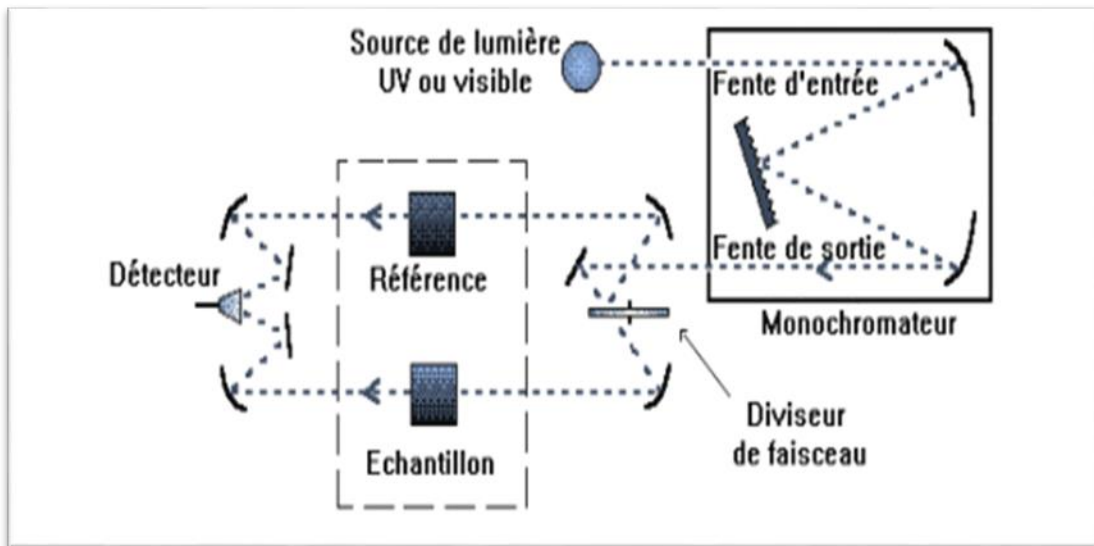


Figure II-12-. Représentation schématique du spectrophotomètre *UV – Visible* [31]

II.10.1.1.-Le principe *UV-VIS*

La spectroscopie électronique est une spectroscopie d'absorption concernant des transitions de l'état fondamental vers un état excité. Elle consiste à mesurer l'atténuation d'un rayon lumineux incident d'intensité (I_0) en fonction de la longueur d'onde lorsque celui-ci traverse un milieu homogène d'épaisseur (l) contenant une espèce absorbante [47]. La technique consiste à détecter et quantifier l'intensité du rayonnement dont la longueur d'onde varie entre 200 et 1400 nm, l'échantillon peut absorber, transmettre ou réfléchir les photons émis

II.10.1.2.-Appareillage

Dans le cadre de notre étude, nous avons mesuré l'absorbance de nos poudres, en utilisant le Spectrophotomètre *UV – Vis* à double faisceau



Figure II-13-. Spectromètre *UV – Visible* (R – 6000)

II.10.2-. Caractérisation Diffraction des rayons X (DRX)

Dans le cadre de notre étude, cette technique a été essentiellement utilisée pour identifier les potentielles phases cristallines en présence, déterminer les paramètres de maille de ces phases et estimer la taille moyenne des cristallites. Le bombardement de la matière par les rayons X, excitent une variation du nuage électronique par rapport aux noyaux dans les atomes ; ces oscillations provoquent une réémission des ondes électromagnétiques de même fréquence. Ce phénomène est appelé diffusion cohérente de Thomson. La longueur d'onde des rayons X étant de l'ordre de grandeur des distances interatomiques (Å). [47]

L'objectif de cette méthode est :

- De déterminer la structure des couches minces.
- De mesurer les paramètres de la maille et la taille des cristallites.
- De permettre d'examiner l'état de contrainte des dépôts

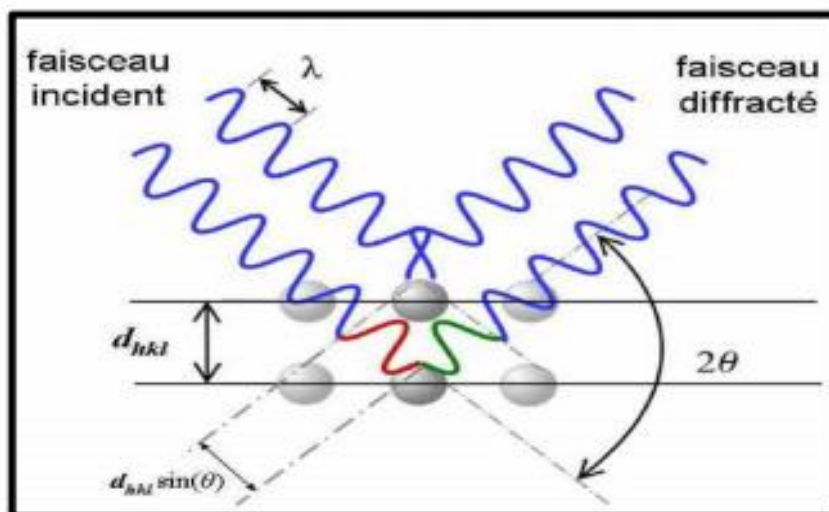


Figure II-14-. Schéma représentant le principe de diffractomètre de rayon X (DRX) par un réseau cristallin [27]

II.10.2.1-Appareillage

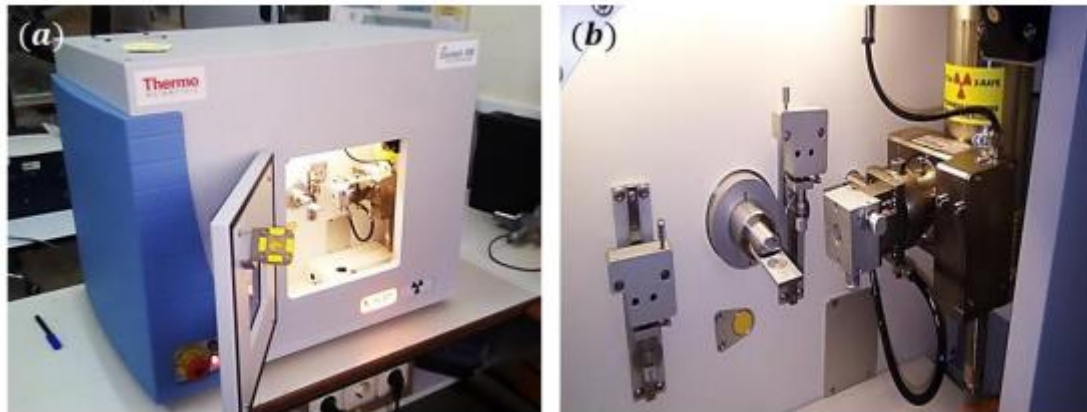


Figure II-15-. Photographies de (a) : Dispositif de diffraction des rayonsX et (b) : Diffractomètre.[31]

II.11-. Conclusion

Nous avons pu constater, dans ce chapitre, une présentation de la plante menthe poivrée avec l'utilisation dans différent domaine, et les propriétés uniques du Zinc, et aussi une description de la technique de synthèse et la caractérisation qui on a fait au laboratoire.

Chapitre III

Matériels et Méthodes

III.1- Introduction

Ce présent travail a pour objectif de la recherche de la synthèse verte et caractérisation des nanoparticules à base d'une plante aromatique et médicinale (Menthe).

Les thématiques de ce travail ont été réalisées au laboratoire de génie des procédés de la faculté des sciences appliquées et le centre de recherche de l'université d'Ouargla.

Dans cette partie expérimentale nous avons présenté notre recherche :

- Le premier axe, L'extraction et l'analyse de la plante étudiée.
- Dans le deuxième axe : les caractérisations des nanoparticules De Zinc (UV- visible, DRX).

Ce travail avait pour principale objectif de l'élaboration et l'étude des propriétés structurale des nanoparticules de Zinc, partant du fait que la diminution de la taille des particules, jusqu'à l'échelle nanométrique.

Nos échantillons ont été élaborés par la synthèse verte, une méthode simple, non couteuse, et facile à mettre en œuvre.

Ce chapitre est consacré à la description des différents matériaux et produits chimiques expérimentales utilisés, détaillent les méthodes et techniques expérimentales employés tout au long de ce travail.

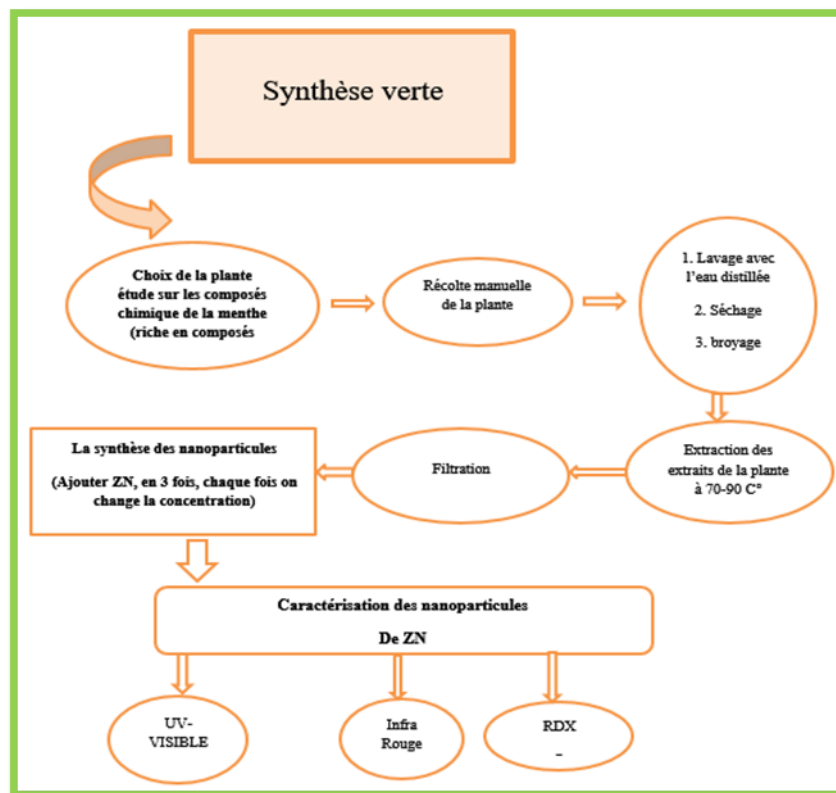


Figure III-1-. Organigramme explicative de travail

III.2.-Matériels utilisés

III.2.1.-Balance analytique

La Balance analytique est un appareil hautement sensible conçu pour mesurer la masse avec exactitude. Nous avons utilisé la balance analytique : *OHAUS ADVENTURER* qui se trouve au sein du laboratoire de Génie Des Procèdes. Sa précision d'affichage : 10^{-4} g, et sa portée maximale : 220 g.

III.2.2.-Agitateur magnétique

L'agitateur magnétique est un appareil utilisé pour agiter les éléments solides dans un solvant approprié. L'agitation est assurée par un barreau aimanté. Nous avons utilisé l'agitateur magnétique : *US152* qui se trouve au sein du laboratoire Génie Des Procèdes. Cet appareil peut atteindre une vitesse d'agitation de 2 000 *trs/min*.

III.2.3.-Étuve de séchage

Une étuve est un four de séchage électrique qui permet de chauffer les éléments à une température régulée sous pression atmosphérique ou sous-vide. Nous avons utilisé une étuve qui se trouve au sein du laboratoire Génie Des Procèdes. Sa température maximale est 220 C.

III.3 -.Préparation de feuille de menthe

A) Premièrement pour préparer des feuilles il faut laver avec l'eau de robinet et sécher dans l'ombre (éviter au soleil pour ne pas perdre ses propriétés) pendant 4 jours après (figure 1) on lave avec l'eau distillé pour la deuxième fois pour éliminer tous les impuretés (on peut brios par une broyeur manuelle jusqu'à obtenir une Poudre.



Figure III-2-. (a) la plante menthe poivrée sécher; (b) la plante broyée

B) Macération : on ajoute 40 g de poudre avec 400 ml de l'eau distillée ; mélanger sous agitation magnétique pendant 50 min.



Figure III-3-. L'agitation de solution (menthe/eau distillé)

C) Filtration : l'ensemble est filtré sur du papier filtre afin de séparer le marc de filtration.

D) Dans l'agitateur magnétique pour chaque 100 ml d'extrait on ajoute 0.2g ; 0.4g ; 0.8 de Zinc.



Figure III-4-. Filtration

E) Chauffage à (85 °C) avec une agitation (350 tr/min) on ajoute de zinc en défient masse (0,2g ; 0,4g ; 0 ,8g) pendant 1 heure après se forme une solution aqueuse et on laisse séchage à (100°C) pendant 24 heure dans l'étuve.



Figure III-5-.Après le séchage

F) Après ces étapes on détermine leur propriété à l'aide Des spectroscopies UV-VIS, DRX.

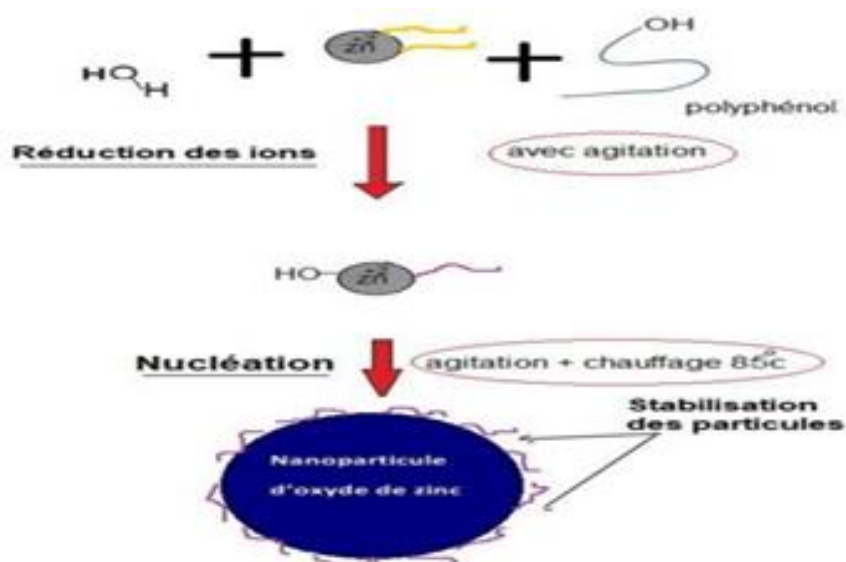


Figure III-6-. Mécanisme de formation de nanoparticule de Zinc par la synthèse verte [23]

III.4-. Caractérisation des nanoparticules de zinc

III.4.1-. Spectroscopie UV-visible

III.4.1.1-.Principe UV-VIS

La spectroscopie électronique est une spectroscopie d'absorption concernant des transitions de l'état fondamental vers un état excité. Elle consiste à mesurer l'atténuation d'un rayon lumineux incident d'intensité (I_0) en fonction de la longueur d'onde lorsque celui-ci traverse un milieu homogène d'épaisseur (l) contenant une espèce absorbante [39]. La technique consiste

à détecter et quantifier l'intensité du rayonnement dont la longueur d'onde varie entre 200 et 1400 nm, l'échantillon peut absorber, transmettre ou réfléchir les photons émis.

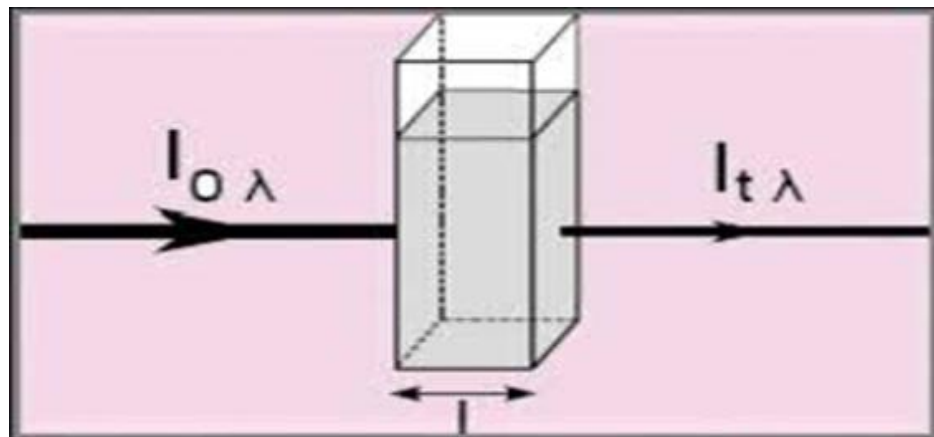


Figure III-7-. Schéma représentant le principe l'intensité de rayonnement transmis et l'intensité du rayonnement absorbé [48]

III.4.2-. La diffraction des rayons X

III.4.2.1-.Le principe

La technique consiste à la diffraction des rayons x émis sur la surface d'un échantillon Cette méthode est très utilisée pour caractériser la structure d'un matériau. Elle permet la détermination des structures élaborés et identifiées les phases cristallisées présentes en comparaison avec la base des données JCPDS (Joint Commette Powder Diffraction Standard), elle permet aussi d'estimer les tailles des cristallites. L'orientation du faisceau diffracté est donnée par la loi de Bragg [32] :

$$2dhklsin\theta = n\lambda$$

Tel que :

dhkl : représente la distance inter planaire du réseau cristallin.

λ : la longueur d'onde du faisceau incident.

n : un entier qui représentent l'ordre de réflexion.

θ : représente l'angle d'incidence des rayons X.

La différence de marche entre deux rayons est égale à **2 dhkl sin θ** .

L'objectif de cette méthode est :

- De déterminer la structure des couches minces ;
- De mesurer les paramètres de la maille et la taille des cristallites ;
- De permettre d'examiner l'état de contrainte des dépôts.

Le principe de cette méthode repose sur :

- La diffraction des rayons X monochromatique par les plans atomiques des cristaux matériau étudié [49]

La structure cristalline ainsi que la taille des nanoparticules à été étudiée à l'aide d'un diffractomètre à rayons X (XRD, Mini Flex 600 Rigaku) avec rayonnement $K\alpha$ de cuivre ($\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$) dans une plage de 2θ de 20 à 90°, alors que les rayons X ont été produits avec 30 kilovolts et à 20 mA.

Pour identifier les phases présentes dans le solide, les tâches structurelles ont été effectuées concernant la carte N° 01-089-1397 de poudre de Zinc selon la base des données JCPDS (Joint Committee Powder Diffraction Standard).

III.5-. Résultats et discussion

III.5.1-.UV –Visible

La formation des nanoparticules de Zinc (NPS) a été suivie en mesurant le spectre UV-Visible du milieu réactionnel dans la gamme de longueur d'onde de 200 à 800 nm, les propriétés optiques de NPS synthétisées ont été étudiées en utilisant la spectroscopie UV-Visible et les spectres enregistrés sont montrés dans ces figures :



Figure III-8-. Longueur d'onde d'absorption à 0,2 g /ml



Figure III-9-. Longueur d'onde d'absorption à 0,4 g /ml



Figure III-10-. Longueur d'onde d'absorption à 0.8g/ml

- Les figures représentent longueur d'onde d'absorption à différentes concentrations qui pour tous dans la région (190-800nm), une diminution brusque de cette transmission dans la région inférieure à 400nm a été observée.
- On remarque une forte absorption pour des longueurs d'onde inférieures à 400 nm, cette absorption est due à la transition électronique inter bande. Notre résultat est similaire à travail de (Singh,2011) [50] la gamme d'onde d'absorption entre 200 et 400 nm. Ces résultats confirment la formation des nanoparticules.

III.5.2.-La diffraction des rayons X

L'objectif c'est la vérification que la poudre résultante est formée par les nanoparticules de zinc. La caractérisation DRX a été faite en utilisant un diffractomètre de type PROTO où un rayonnement X provenant de l'émission $K\alpha$ du zinc, de longueur d'onde $\lambda=1.5406 \text{ \AA}$.

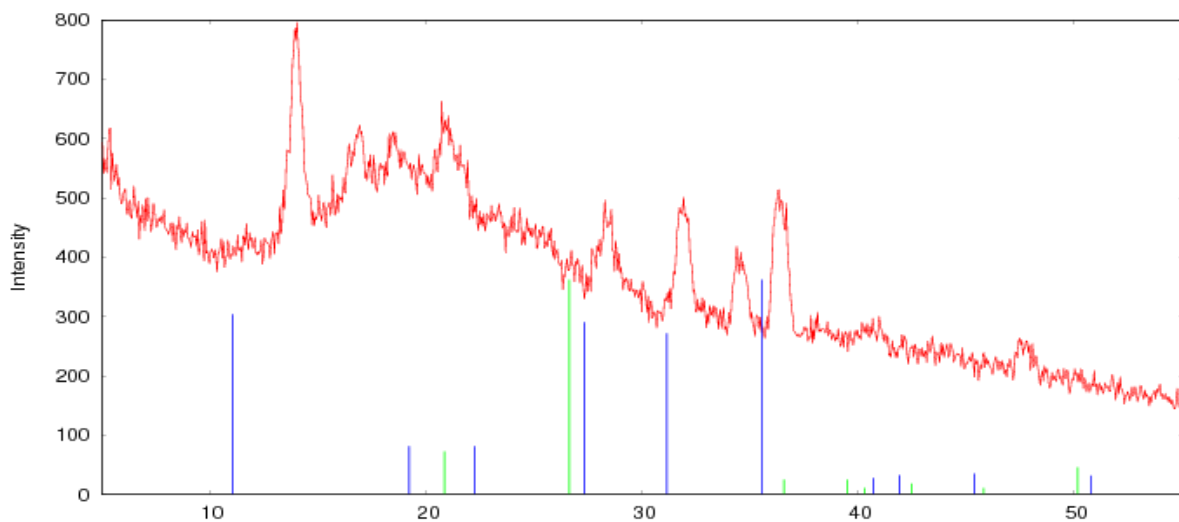


Figure III-11-. Illustration montre la position du pic le plus grand pour la concentration 0,2 g /ml

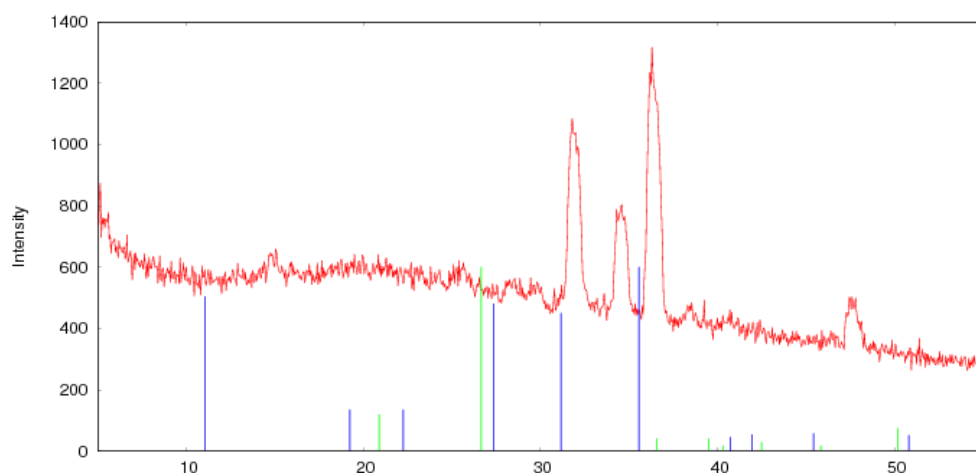


Figure III-12-. Illustration montre la position du pic le plus grand pour la concentration 0,4g/ml

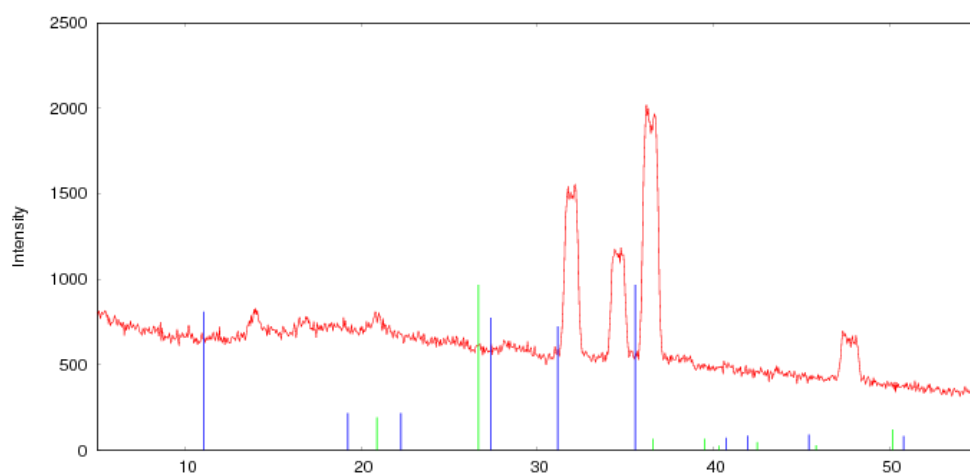


Figure III-13-. Illustration montre la position du pic le plus grand 0,8g/ml

On remarque que les pics des figures 1,2 et 11 sont placées approximativement au même coordonné horizontal. On déduit que les spectres obtenus sont formés des nanoparticules de Zinc. Les figures montrent les résultats de DRX l'effet de la concentration de Zinc dans la gamme (0,2 à 0,8 g/ml) sur la formation des nanoparticules. Diffraction des rayons X montrent la bonne qualité cristalline du produit de zinc avec des pics très définis (14), (36,3), (36,4) qui sont les plus hautes intensités de pic et indique comme une structure hexagonale (würtzite).

III.5.2.1.-Programme origine

C'est un programme qui dessine les diagrammes de résultat de DRX à partir d'un tableau des chiffres de DRX et aussi il calcule le nombre de FWHM (full width at half maximum) pour trouver le D (la taille de cristal).

III.5.2.2.-La détermination de la taille des grains

La taille des grains des différents échantillons a été déterminée tout d'abord à partir des spectres de diffractions. Afin de s'assurer de ces valeurs de taille de grains de nos films. Nous avons utilisé la relation de la formule de Debye-Scherrer.

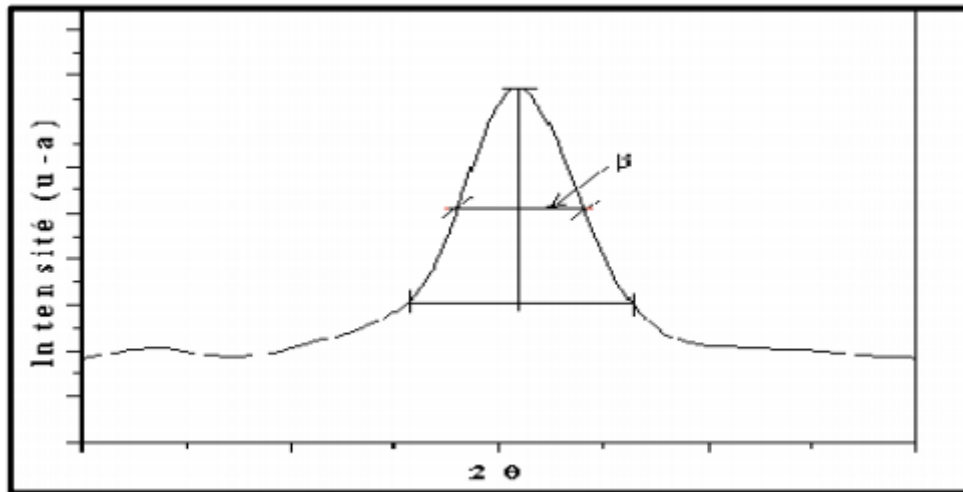


Figure 24-. Illustration montrant la définition de β à partir du spectre de diffraction des rayons X [49]

La distance d peut être calculée par la formule suivante :

Avec a et c sont les paramètres de la maille ; Le spectre de diffraction de rayon X a été exploité pour déterminer la taille des grains D .

Cette dernière est calculée en appliquant la formule de Debye-Scherrer[49]

$$D = k\lambda/\beta\cos\theta$$

D : est la taille des grains,

K : Constant sans dimension =0.9

λ : est la longueur d'onde du faisceau de rayons X incident,

β : FWHM (full width at half maximum) est la largeur à mi-hauteur de la raie de diffraction et on calcule par le programme origine

θ : est la position du pic de diffraction considérée.

Les distances sont exprimées en [Å] et les angles en radian.[49]

III.5.2.3.-Résultat de taille de grain par programme origine

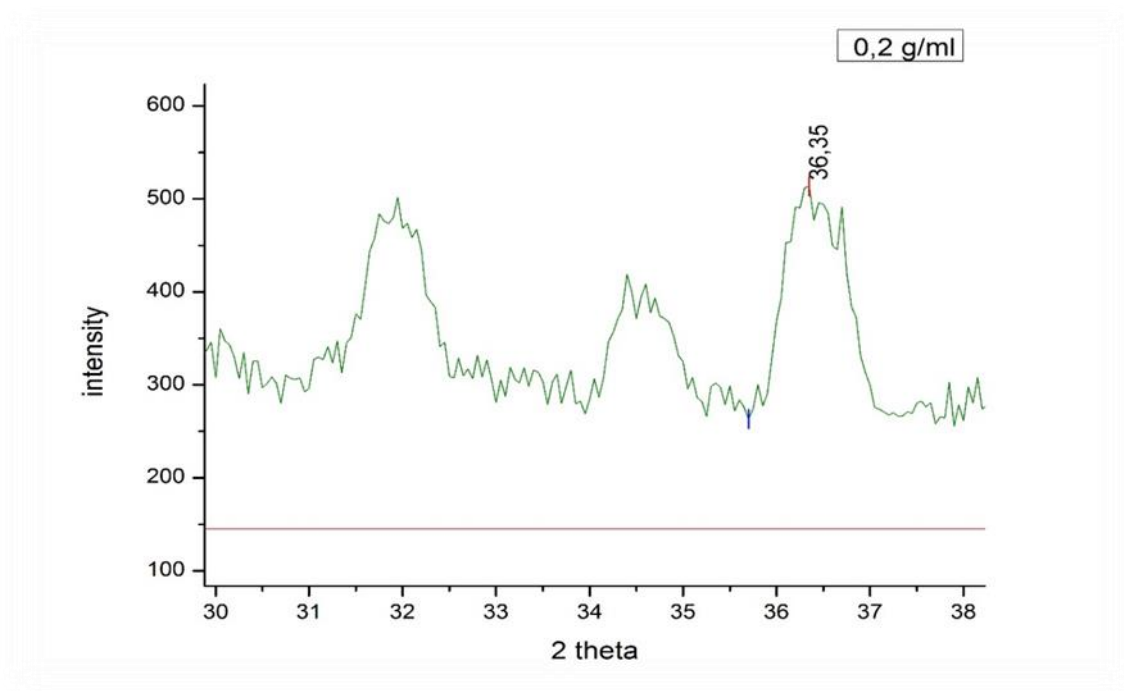


Figure III-15-. Illustration montre la position de pic le plus grand pour la concentration 0,2g/ml

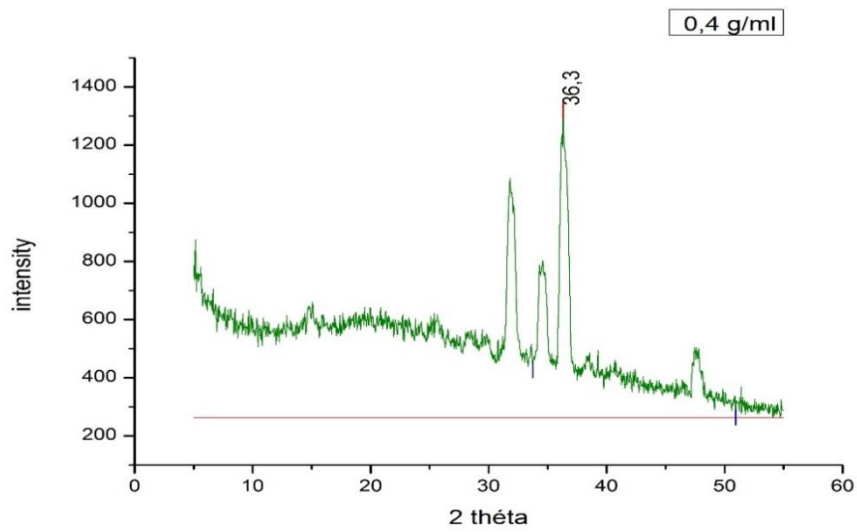


Figure III-16-. Illustration montre la position de pic le plus grand pour la concentration 0,4g/ml

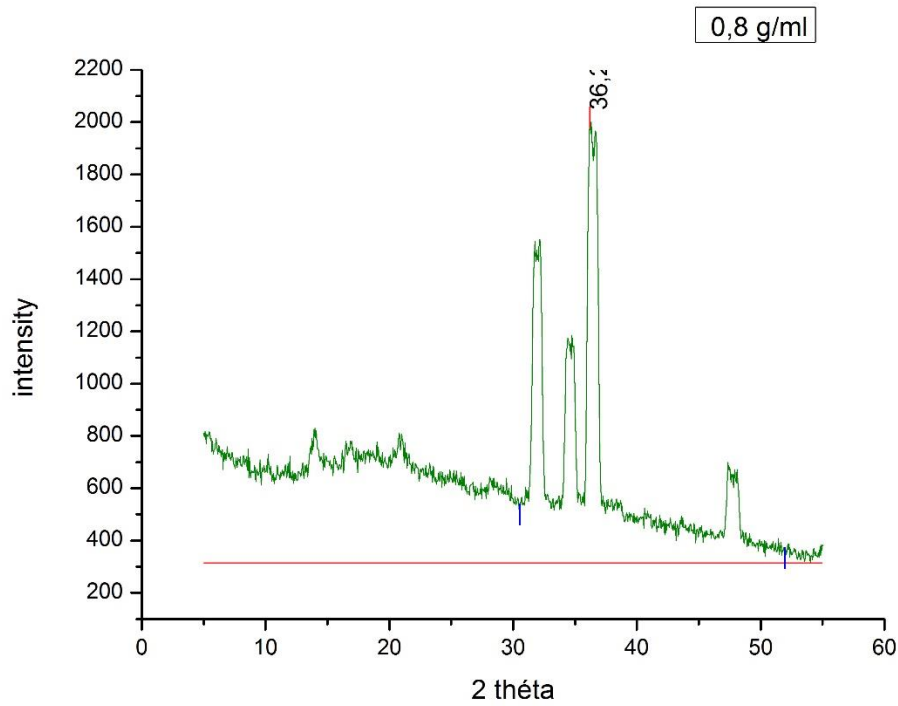


Figure III-17-. Illustration montre la position de pic le plus grand pour la concentration 0,8g/ml

D'après la figure III-15 :

$$2\theta = Xc = 36,35^\circ \rightarrow \theta = \frac{Xc}{2} = \frac{36,35}{2} = 18,175^\circ$$

$$\beta = FWHM = 0,95551 \text{ rad}$$

$$\lambda = 1,54060 \text{ \AA}$$

$$D = 0,9 \times \frac{1,54060}{0,95551} \times \cos(18,175)$$

Alors la taille de particule pour la concentration 0,2 g/ml est : 8,750778 nm

D'après la figure III-16 :

$$2\theta = Xc = 36,3^\circ \rightarrow \theta = \frac{36,3}{2} = 18,15^\circ$$

$$\beta = FWHM = 0,83396 \text{ rad}$$

$$\lambda = 1,54060 \text{ \AA}$$

$$D = 0,9 \times \frac{1,54060}{0,83396} \times \cos(18,15)$$

Alors la taille de particule pour la concentration 0,4 g/ml est : 10,02477 nm.

D'après la figure III-17:

$$2\theta = 36,2^\circ \rightarrow \theta = \frac{Xc}{2} = \frac{36,2}{2} = 18,10^\circ$$

$$\beta = FWHM = 0,60682 \text{ rad}$$

$$\lambda = 1,54060 \text{ \AA}$$

$$D = 0,9 \times \frac{1,54060}{0,60682} \times \cos(18,10)$$

Alors la taille de particule pour la concentration 0,8 est : 13,7771 nm

Calcule la taille moyenne de nanoparticule

$$Dp \text{ moy} = \frac{10,024 + 13,7771 + 8,75077}{3} = 10,8506 \text{ nm}$$

Déduction

$10^{-8}(\text{m}) < 10,8506(\text{nm}) < 10^{-7}$
--

Si on augmente la concentration de zinc, les intensités des pics s'augmentent

Le résultat que l'on a trouvé $D < 100 \text{ nm}$ ce chiffre signifie la formation de nanoparticule, Alors Le spectre de diffraction des rayons X de Zn et la taille des grains de D montre la formation de la structure Cristalline.

III.6-. Conclusion

Nous avons détaillé dans ce chapitre les protocoles expérimentaux, procédés durant toute notre mémoire. Commencant par la procédure suivie dans la préparation des nanoparticules de Zinc à différentes concentrations et synthèses et caractérisés les nanoparticules par UV-VIS et DRX et les calculs de la taille des grains par programme origine qui on a obtenu pour la concentration 0,2 g/ml 0,4 ; 0,8 est 8,750778 nm ; 10,02477 nm ; 13,7771 nm respectivement et étudier notre résultat.

On conclut que la taille de ces nanoparticules se change linéairement avec la concentration de zinc.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de ce mémoire, notre objectif est l'élaboration des propriétés structurales des nanoparticules de Zinc et la diminution de la taille jusqu'à l'échelle nanométrique, offrent des Propriétés physiques nouvelles et ouvrent des perspectives prometteuses en termes d'applications dans différents domaines.

Au cours de ce travail, nous avons acquis une bonne expérience dans l'utilisation de la synthèse verte des nanoparticules de Zinc, par l'extrait de menthe, utilisant une technique simple et rapide, peu coûteuse et préservant l'environnement.

La caractérisation des échantillons prouve la présence de nanoparticule par Ultra-Violet-VIS et Diffractions des rayons X.

On utilise les nanoparticules en Plusieurs domaines parmi ça antibactérienne qui est stérilisé des surfaces.

Dans la première partie de la préparation des feuilles de menthe l'expérimentale pour trouver des nanoparticules de Zinc.

Pour la deuxième partie (pratique), On a étudié l'effet de la concentration de zinc, le spectre de UV-VIS montre la formation des nanoparticules et le DRX confirmela taille de particule pour des différent concentrations : 0,2 g/ml 0 ,4 ; 0,8 est 8,750778 nm ; 10,02477 nm ; 13, 7771 nm respectivement et à la fin On conclut que la taille de ces nanoparticules se change linéairement avec la concentration de zinc.

Références bibliographiques

Référence bibliographie

- [1] Zouhair SOFIANI Contributions à l'étude des propriétés optiques non linéaires de nanoparticules en couches minces `à base de ZnO THESE DE DOCTORAT Université d'Angers - Université d'Ibn Tofail 2007
- [2] M.K. ZAHERA, M. M. KALLED, and M. R.NASSIMA, BIOSYNTHESE ET APLICATION DES NANOPARTICULES D'AAGENT
- [3] A.F. Kohn, G. Ceder, D. Morgon, C.G. Van de Walle, Phys. Rev.B., Etude des premiers principes des défauts ponctuels natifs dans le ZnO
61 (2000) 15019
- [4] A. A. Ayachi, "Synthèse des nanoparticules d'oxydes métalliques pour des applications photocatalytiques solaires," 2015.
- [5] W. Bekhti, "Synthèse par voie hydrothermale et caractérisation des micro/nanostructures d'Oxyde de Zinc," Lyon 1, 2015.
- [6] D.E. Belfennache, Elaboration et étude de nanoparticules Au/TiO₂ et Ag/TiO₂, Thèse de Doctorat, Département De Physique, Université MENTOURI, Constantine, 2012, pp.5-6.
- [7] :<https://www.inovacaotecnologica.com.br> (Consulter 30 avril 2021)
- [08] C. Kumar, Biological and Pharmaceutical Nanomaterials.Nanotechnologies for life science, Ed. C. Kumar.Vol 2, Wiley-VCH Verlag, Weinheim (2006).
- [09] V.P. Torchilin, Des nanopréparations pour vaincre la multirésistance dans le cancer
Advanced Drug DeliveryReviews, 58 (14), 1532 (2006).
- [10] P. Couvreur, B. Kante, M. Roland, P. Guiot, P. Bauduin, P. Speiser, Nanocapsules de polycyanoacrylate comme vecteurs lysosomotropes potentiels : préparation, propriétés morphologiques et sorbantes.Journal of Pharmacy and Pharmacology, 31(5), 331(1979).
- [11] R.H. Muller, K. Mader, S. Gohla, Nanoparticules lipidiques solides (SLN) pour l'administration contrôlée de médicaments - une revue de l'état de l'art European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 50 (1), 161 (2000).
- [12] H.L. Wong, Adv. Drug Deliv. Rev., Chimiothérapie avec des médicaments anticancéreux encapsulés dans des nanoparticules lipidiques solides 59 (6), 491 (2007).
- [13] Y.L. Liu, M. K. Shipton, J. Ryan, Anal. Chem., Synthèse, stabilité et internalisation cellulaire de nanoparticules d'or contenant des monocouches mixtes peptide-poly (éthylène glycol 79 (6), 2221 (2007).
- [14] W.J. Parak, W. J. Parak, D. Gerion, T. Applications biologiques des nanocristaux colloïdaux Pellegrino, Nanotechnology, 14 (7), 15 (2003).
- [15] M.R. Ghezzar, F. Abdelmalek, M. Belhadj, N. Benderdouche, A. Addou, Appl. Catal B Environ., 72, 304 (2007)

- [16] J.L. Yan, M.C. Estqvez, J.E. Smith, K. Wang, L. Wang, W. Tan, Nano Today, 2 (3), 44 (2007).
- [17] X. Michalet, F.F. Pinaud, L.A. Bentolila, J.M. Tsay, Science, article Points quantiques pour cellules vivantes, imagerie in vivo et diagnostic 307 (5709), 538 (2005).
- [18] W.B. Cai, X. Chen. Nano Letters, article 6 (4), 669 (2006).
- [19] A. de l'Afsset, R.d.E. Collective, Évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement, La Doctorat Fr, 3 (2010) 36-37.
- [20] E.-A. Moustafa, A. Noah, K. Beshay, L. Sultan, M. Essam, O. Nouh, Investigating the Effect of Various Nanomaterials on the Wettability of Sandstone Reservoir, World Journal of Engineering and Technology, Vol.03No.03 (2015) 11, p.117.
- [21] EPA-Nanotechnology-White-Paper, Nanotechnology White Paper. Édit (Epa) USEPA Washington). (2007), p.120.
- [22] F. Prosie, F.-X. Lesage, F. Deschamps, Nanoparticules : structures, utilisations et effets sur la santé, La Presse Medicale, 37(2008), p.1432.
- [23] TEDJANI Mohammed TEDJANI Mohammed Laid TOUATI Brahim Omar M2MOIRE MASTER Synthèse de nanoparticules de ZnO par l'extrait des feuilles de Phoenix Dactylifera. L'Université EchahidHamma Lakhdar-Eloued 2018
- [24] <https://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/terminologie-definition.html> (Consulter 05 Mai 2021)
- [25] Chachouakhadidja Mille BoughoufalaKeltouma Effet de la fertilisation sur le rendement de l'espèce de la menthe verte Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem 2018 p 2
- [26] U. Ozgur, Y. I. Alivov, C. Liu, A. Teke, M. A. Reshchikov, S. Dogan, V. Avrutin, S. Cho, H. Morkoc, Journal of Applied Physics. Un examen complet des matériaux et dispositifs ZnO98(4) (2005) 041301-1.
- [27] sorya et cylvia : Étude de l'activité électrocatalytique des couches minces de ZnO modifiées par des nanoparticules métalliques Ni et Au Mémoire de Master 2, Université de Bejaia 2020
- [28] HaneneBensouyad. 2011. Thèse de doctorat : J. Sol-Gel SciTechnol. Page 55.
- [29] M. Amara Saâd.. Thèse de Doctorat THÈME : Caractérisation optique et structurale des couches minces d'oxydes complexes pour applications photoniques 2015. Page 07.
- [30] A. Kohan, G. Ceder, D. Morgan, and C. G. Van de Walle, "First-principles study of native point defects in ZnO," Physical Review B, vol. 61, p. 15019, 2000
- [31] **ChibaneYoughertaAbderrahim–BencharifChaki**SYNTHESE ET CARACTERISATION DES NANOPARTICULES DE : **TM** PAR LA METHODE HYDROTHERMALE; APPLICATION A LA DEGRADATION DU BLEU DE METHYLENE UNIVERSITE LARBI BEN MHIDI OUM EL BOUAGHi 2020

- [32] A. Elkaiem, Contribution au Développement des Matériaux Nano-Composites à Base de ZnO et Polymère Etude Structural et Optique, Thèse de doctorat, département de physique, Université MENTOURI, CONSTANTINE, 2015, pp. 12-13.
- [33] R. Ghomri, Étude des propriétés de l'oxyde de zinc non dopé et dopé, Thèse Doctorat, Université D'Annaba, Algérie, (2007).
- [34] A. Lejars, Mécanisme de sélection de l'orientation préférentielle lors de la croissance de couches minces, application au dépôt d'oxyde de zinc par pulvérisation magnétron à impulsions de haute puissance, Thèse doctorat, Université De Lorraine, France, (2012).
- [35] S. Benzitouni, Etude des propriétés optiques, mécaniques, antibactériennes et photocatalytiques des nanostructures à base d'oxyde métalliques ZnO, Thèse Doctorat, Université D'Oum El Bouaghi, Algérie, (2018)
- [36] A. Kołodziejczak-Radzimska & T. Jesionowski, Zinc Oxide—From Synthesis to Application: A Review. *Materials*, 7 (2014) 2833–2881
- [37] A. Naveed UI Haq, A. Nadhman, I. Ullah, G. Mustafa, M. Yasin zai & I. Khan, Synthesis Approaches of Zinc Oxide Nanoparticles: The Dilemma of Ecotoxicity, *Journal of Nanomaterials*, (2017) 1–14.
- [38] M. Akram, R. Hussain, A. Ahmed, A.S. Awan, I. Shahzadi, S. Nawaz, A. Sami, Mixed Metal Oxide Composites Synthesis and Energy Storage Related Applications, *Current Nanomaterials*, 3 (2018) 18–25.
- [39] Doctorat en Sciences Optimisation des conditions opératoires de synthèse verte de nanoparticules de ZnO à l'aide d'extrait des feuilles de Phoenix Dactylifera L. L'Université Mohamed Khider – Biskra 2020
- [40] K. Ellmer, "Past achievements and future challenges in the development of optically transparent electrodes," *Nature Photonics*, vol. 6, p. 809, 2012.
- [41] S. Ameen, M. S. Akhtar, and H. S. Shin, "Highly dense ZnO nanowhiskers for the low-level detection of p-hydroquinone," *Materials Letters*, vol. 155, pp. 82-86, 2015.
- [42] Y. Chen and S. Ma, "Preparation and photoluminescence studies of high-quality AZO thin films grown on ZnO buffered Si substrate," *Materials Letters*, vol. 162, pp. 75-78, 2016.
- [43] F. Fan, Y. Feng, P. Tang, and D. Li, "Facile synthesis and photocatalytic performance of ZnO nanoparticles self-assembled spherical aggregates," *Materials Letters*, vol. 158, pp. 290-294, 2015.
- [44] U. K. Parashar, P. S. Saxena, and A. Srivastava, "Bioinspired synthesis of silver nanoparticles," *Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB)*, vol. 4, 2009.
- [45] P. Mohanpuria, N. K. Rana, and S. K. Yadav, "Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications," *Journal of nanoparticle research*, vol. 10, pp. 507-517, 2008

- [46] T. Brouri, Elaboration et étude des propriétés électriques des couches minces de ZnO, Thèse de doctorat, Université Paris-Est, 2011.
- [47] A. Camut, Mise en place du contrôle terminal des préparations d'anticancéreux injectables par spectrométrie UV-visible-IRTF, multispec à l'unité de pharmacie clinique et cancérologique de l'hôpital bon secours de Metz : aspects analytiques et organisations, Thèse de doctorat, Université de Lorraine, 2009
- [48] D. Vincent, Méthode de diffraction de poudre. [Image en ligne].
<http://dalmeyda.chez.com/cours/spectro/UV-spectro.htm> (Consulter 22 Mai 2021)
- [49] (BENHAMLA Bouchra -BERKANI KhadidjaOumaima SYNTHÈSE ET CARACTERISATION D'OXYDE DE ZINC DOPÉ AVEC LE FER PAR LA TECHNIQUE SOL GEL DIP-COATING UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDIOUM EL BOUAGHI 2020
- [50] R. P. Singh, V. K. Shukla, R. S. Yadav, P. K. Sharma, P. K. Singh, and A. C. Pandey, "Biological approach of zinc oxide nanoparticles formation and its characterization " *Adv. Mater. Lett*, vol.2,pp.313-317,2011

ملخص

في هذا العمل قمنا بإعداد جزيئات الزنك النانوية من نبات اخضر النعناع و هو نبات واسع الانتشار و استخداماته متعددة في جميع ، فيرجع الزنك مكونا جسيمات نانوية ، نلاحظها OH انحاء العالم ، يحتوي مستخلصه على جزيئات بوليفيناليك التي بها جزيئات في تغيير لون المحلول و من ثما توليفها و توصيفها عن طريق الاشعة فوق البنفسجية و الاشعة السينية لمعرفة حجم البلورات و اكدنا حجمها اقل من 100 نانومتر origine النانوية باستخدام برنامج

تستخدم هذه الجسيمات النانوية في عدة مجالات بما في ذلك مضادة للجراثيم و الاكسدة.

الكلمات المفتاحية: التوليف الاخضر، الجزيئات النانوية، نبتة عطرية، الزنك

Résumé

Dans ce travail, nous avons préparé des nanoparticules de zinc à partir de la plante de menthe verte, qui est une plante très répandue et ses utilisations sont multiples dans le monde. Son extrait contient des molécules poly-phénoliques qui contiennent des molécules OH, elles renvoient donc de l'oxyde de zinc, formant des nanoparticules, approuvé par le changement de couleur de la solution. Nous avons synthétisés et caractérisés les nanoparticules au moyen de rayons ultraviolets avec preuve d'absorption de la lumière, puis nous les avons étudiés avec des diffractions des rayons X afin de connaître la taille de la nano cristaux à l'aide du programme Origine et on a confirmé qu'ils sont inférieurs à 100 nm.

Ces nanoparticules sont utilisées dans plusieurs domaines, notamment les antibactériens et les antioxydants.

Mot clés : Synthèse verte ; nanoparticules ; plante aromatique ; oxyde de zinc

Summary

In this work, we prepared nanoparticles of zinc from the green mint plant, which is a very widespread plant and its uses are multiple in the world. To prove its existence, we synthesized and characterized it by means of ultraviolet rays as evidence of light absorption, and then studied it with Chinese X-rays in order to know the size of the nano-crystals using the Origin program and confirmed that it is less than 100 nm. These nanoparticles are used in several fields, including anti-bacterial and anti-oxidant.

Keywords: nanoparticles, green mint plant, synthesized, zinc