

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE EPOPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIE



ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA



Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des Procédés

Mémoire

**MASTER ACADEMIQUE**

Domaine : Sciences et Technologies.

Filière : Génie des Procédés.

Spécialité : Génie Chimique

Présenté Par :

**BEN DOB Youssra / KHIDOURI Louiza**

Thème :

***Biosynthèse des nanoparticules  
à base des dattes  
(*Phoenic dactylfera L*)***

Soutenu publiquement le : 12/06/2022

Devant le jury composé de :

Mer GOUDJIL Med Bilal

MCA (UKM Ouargla)

Président

M<sup>ell</sup> AKCHICHE Zineb

MAA (UKM Ouargla)

Examinatrice

M<sup>me</sup> KATEB Lamia

MAA (UKM Ouargla)

Encadreur

Année universitaire : 2021/2022



## ***Dédicace***

*Je dédie ce travail à tous ceux qui ont cru en moi et qui  
m'ont donné la force de continuer.  
A ma chère mère, qui a toujours été présente et qui a su se  
dévouer  
pour l'accomplissement de mes souhaits, et dont je suis  
fière, autant  
qu'elle peut l'être de moi. Que ce travail soit en guise de  
reconnaissance et de gratitude, qu'elle reçoit tout mon  
amour.  
A la mémoire de cet homme simple et bon qui reste présent  
dans  
mon cœur et dans mon esprit  
Que fut mon père.  
A mes chères frères : **Nabil , Rouf , Abdo .**  
A mes chères sœurs : **Tota, Radia, Fati .**  
A mes très chers amis : **Louiza , Soumia , Hizia.***

***Youssra***



## ***Dédicace***

*Je dédie ce modeste travail à  
A ma très chère maman.*

*Quoi je fasse ou que je dise, je ne saurai pas te remercier  
comme il se doit. Ton affection me couvre, ta  
bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours  
été ma source de force pour affronter les obstacles.*

*Au meilleur des papas.*

*Mon précieux offre du dieu, tu as toujours été à mes côtés  
pour me soutenir et m'encourager.*

*A mes chers frères et ma sœur:*

*Les généreuses **Abdo** et **Mahdi** mes deux grands frères  
que j'adore ; A ma sœur adorée **Halima** et le meilleur  
**Maamar** pour leur présence. En témoignage de mon  
affection fraternelle, de ma profonde tendresse et  
reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de  
bonheur et de succès et que Dieu, vous protège et  
vous garde*

*A mes chères amies **Ferdousse** et **Racha** et **Nihad** je vous  
aime beaucoup que Dieu vous garde.*

*Ma chère binôme **youssra** qui m'a toujours accompagnée  
par sa douceur et son sourire.*

***LOUIZA***



## Remerciement

Louange à dieu jusqu'à la fin de la louange, à dieu pendant la nuit et la fin de journée .il est le très-haut, le premier et le dernier, l'extérieur et l'intérieur. Qui nous a comblés d'innombrables bénédiction ,et nous a donné sa subsistance sans fin ,a illuminé nos chemins et facilité cette étape de notre cheminement académique avec se mémoire ,fruit d' efforts et de succès.

J'adresse regalement mes sincères remerciements à notre superviseur, le Dr Kateb Lamia, pour sa supervision et son aide dans la rédaction de notre mémoire,

Nous adressons également un mot de remerciement aux membres du jury, au président et à l'examineur qui ont accepté l'assistance, l'examen et le jugement sur ce travail, et sans oublier l'équipe de laboratoires de Génie de

L'eau et l'environnement en milieu saharien parmi eux  
Mme Asma Ayaychi Amor et Mr Goudjil Bilal

Centre de recherche Université KASDI MERBAH  
OUARGLA.

## Résumé

La nanotechnologie est un domaine multidisciplinaire, car elle combine les connaissances de différentes disciplines: la chimie, la physique et la biologie, le développement de la nanotechnologie verte génère l'intérêt des chercheurs pour la biosynthèse, Il y a un besoin essentiel pour développer des procédures respectueuses de l'environnement pour la synthèse de nanoparticules métalliques. L'objectif est d'exploiter les ressources naturelles pour la production de nanoparticules à faible coût et nontoxique. Ce travail est d'étudier la possibilité de synthèse des nanoparticules d'argent à l'aide d'extrait de datte (variété Ghars) à trois différentes concentrations, es nanoparticules bio synthétisées sont caractérisées à l'aide du spectrophotomètre UV-Visible, DRX et l'infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) . On a observé des longueurs d'onde entre 391 et 409 caractérisons les NPs d'argent donc, l'extrait de datte peut réduire les ions d'argent dans 30 min du temps de réaction à 60°C. la spectroscopie (FTIR) a donné les liaisons et les groupements fonctionnelles de NPs Ag.

**Les mots clés :** biosynthèse, nitrate d'argent, datte (variété Ghars), Nanoparticule.

## Abstract

Nanotechnology is a multidisciplinary field, as it combines the knowledge of different disciplines: chemistry ,physics and biology, the development of green nanotechnology generates the interest of researchers in biosynthesis there is an essential need to develop environmentally friendly procedures for the synthesis of metallic nanoparticles. The objective is exploit natural resources for the production of low-cost and non-toxic nanoparticles .This work is to study the possibility of synthesis of silver nanoparticles using date extract (variety Ghars), these bio-synthesized nanoparticles are characterized using the UV-Visible spectrophotometer , and Fourier transform infrared (FTIR). It was observed that date extract can reduce silver ions in silver nitrate nanoparticles within 30 min of reaction time at 60°C. the spectroscopy (FTIR) gave the bonds and the functional groups of NPs Ag.

**Key words:** biosynthesis, silver nitrate, date (Ghars), Nanoparticles.

## ملخص

تعد تقنية النانو مجالاً متعدد التخصصات حيث أنه يجمع بين مختلف الميادين منها : الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا ،وقد أدى تطوير تقنية النانو الخضراء إلى الباحثين اهتمام الباحثين بالتخليق الحيوي البيئي، فهناك حاجة ماسة لتطوير تقنيات صديقة للبيئة لتخليق الجسيمات النانوية المعدنية بهدف استغلال الموارد الطبيعية لإنتاج جسيمات منخفضة التكلفة وغير سامة .

في هذا العمل قمنا بدراسة امكانية تخليق جسيمات الفضة النانوية باستخدام مستخلص التمر (الغرس) لثلاث تراكيز مختلفة، وتم تحليل هذه الجسيمات باستخدام مقياس الطيف الضوئي للأشعة تحت الحمراء ، بالنسبة لمقياس الطيف لوحظ أن الطول الموجي يتراوح ما بين 391 و409 نانومتر وهذا إلى تقليل ايونات الفضة من طرف مستخلص التمر في غضون 30 دقيقة عند 60 درجة مئوية، التي تؤكد احتمالية تشكل جسيمات النانو ،و اما الاشعة تحت الحمراء قامت بتوضيح الروابط والمجموعات الوظيفية لجسيمات الفضة النانوية.

الكلمات المفتاحية التخليق الحيوي ،نترات الفضة،التمر (الغرس)،جسيمات النانو.

## Liste des tableaux

Tableau I.1 : Classifications des nanoparticules en fonction de leur composition chimique.....	11
Tableau I.2 : Développement des nanotechnologies-les générations de nanoparticule .....	12
Tableau I.3 : Exemples des nanoparticules et ses applications, propriétés et fonctionnalités.....	13
Tableau I.4 : Tableau IV: Propriétés physiques de l'argent.....	19
Tableau I.5 : Applications des nanoparticules d'argent dans des différents secteurs .....	22
Tableau II.1 : La classification botanique du palmier dattier.....	27
Tableau II.2 : Classification des dattes selon leur consistance.....	28
Tableau II. 3:Caractéristiques morphologiques de la variété Ghars.....	30
Tableau II.4 : Caractéristiques spécifiques de la variété Ghars .....	30
Tableau II.5 : Caractéristiques générales physicochimiques de la variété Ghars .....	31
Tableau III.1 : Les matériels de laboratoire et les appareils scientifique .....	35

## Liste des figures

Figure I.1 Différentes tailles de matière .....	6
Figure I.2 Nanomatériaux manufacturés, selon la norme ISO TS 80004 1&2 .....	7
Figure I.3 Gamme de tailles des nanoparticules comparées à celles des principales structures Chimiques et biologiques .....	7
Figure I.4 Différentes formes des nanoparticules.....	8
Figure I.5 Exemples de matériaux naturels et biologiques contenant des particules nanoscopiques .....	8
Figure I.6 Types de nanoparticules selon leurs dimensions .....	10
Figure I.7 Classifications des nanomatériaux selon leur localisation au sein du/composant objet/produit considéré .....	10
Figure I.8 Schéma illustrant les différentes techniques de synthèse des nanoparticules.....	14
Figure I.9 Pépite d'argent .....	18
Figure I.10 a) Résonance plasmonique de surface (SPR) pour les AgNPs à une longueur d'onde spécifique ; b) Image de microscopie en champ noir des AgNPs .....	20
Figure I.11 synthèse verte des nanoparticules à partir d'extrait de plante .....	23
Figure I.12 Les structures des composés phytochimiques présents dans les dattes : (a)-(c) acides phénoliques, (d) Flavonoïde, (e) Procyanidine,(f) a Stérol,(g) Caroténoïde.....	24
Figure I.1 Le mécanisme de formation d'Ag NPs à l'aide d'un extrait de datte.....	24
Figure II.2 Phoenix dactylifera L .....	26
Figure II.3 Dattes de la variété Ghars .....	29
Figure II.4 Aires de localisation de la variété Ghars. ....	29
Figure II.5 Métabolites secondaires associés à l'activité biologique des produits du palmier dattier.....	31
Figure III.1 Image de spectrophotomètre ultraviolet.....	38
Figure III.2 Image de spectrophotomètre infrarouge.....	40
Figure IV.1 Aspect visuel des AgNPs dans le début et la fin de réaction. ....	42
Figure IV.2 Spectre UV-Visible de AgNPs synthétisés par l'extrait de datte à (0.01M). ....	43
Figure IV.3 Spectre UV-Visible de AgNPs synthétisés par l'extrait de datte à (0.05M). ....	43
Figure IV.4 Spectre UV-Visible de AgNPs synthétisés par l'extrait de datte à (0.1M) .....	43

Figure IV.5 Spectres FTIR d'extrait de datte.....	50
Figure IV. 6 Spectres FTIR de NPs d'Ag à 0.01M .....	51
Figure IV. 7Spectres FTIR de NPs d'Ag à 0.05M .....	51
Figure IV.8 Spectres FTIR de NPs d'Ag à 0. 1M. ....	52



## Liste des abréviations

**Nps** : Nanoparticules.

**Ag** : Argent.

**Nps Ag** : Nanoparticules d'argent.

**AgNO<sub>3</sub>** : Nitrate d'argent.

**nm** : Nanomètre (1nm = 10<sup>-9</sup>m).

**Sol-Gel** : Solide Gélifié.

**ISO** : L'Organisation International de Normalisation.

**UV-Vis** : Ultra Violet- Visible.

**DRX** : Diffraction des rayons X.

**FTIR** : Spectroscopie Infrarouge A Transformée De Fourier.

**MEB** : Microscope Electronique A Balayage

**M** : Molaire.

**Å** : Angström (1 Å = 10<sup>-10</sup> mètre).

**CFC** : Cubique à face centrée.

## Sommair

Dédicace .....	I
Dédicace .....	II
Remerciement.....	III
Résumé .....	IV
Liste des tableaux .....	V
Liste des figures .....	VI
Liste des abréviations .....	VIII
Sommair .....	IX
Introduction générale.....	2
<b>Chapitre I. Synthèse bibliographique</b>	
Définitions.....	5
Nanoparticules.....	7
Procédés de fabrication de nano-objets et de nanomatériaux .....	13
Les méthodes de synthèse des nanoparticules .....	14
Caractérisation des nanoparticules.....	16
L'argent.....	18
Les nanoparticules d'argent.....	18
Propriétés des nanoparticules d'argent.....	19
Applications des nanoparticules d'argent .....	21
Mécanisme de formation de nanoparticules d'argent .....	23
Les molécules responsables de la bioréduction.....	23
<b>Chapitre II. Présentation du fruit dattier :</b>	
II.1 Palmier dattier .....	26
Les dattes.....	28
La variété Ghers .....	29

Chapitre III. Matériels et Méthodes

III.1 Objectif ..... 33

La méthodologie de biosynthèse d'un AgNPs à base de datte et la caractérisation: ..... 34

Matériel et Méthode ..... 34

Biosynthèse des nanoparticules d'argent ..... 36

Caractérisation des nanoparticules d'argent ..... 38

Chapitre. IV : Résultats et Discussions

IV.1 Introduction ..... 42

Spectroscopie UV-Visible ..... 42

Spectroscopie infrarouge Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR)..... 44

Conclusion générale ..... 48

Références bibliographiques ..... 50

# **Introduction générale**

### Introduction générale

Les nanosciences et les nanotechnologies ont suscité un grand intérêt au cours des dernières années en raison de leur impact potentiel sur de nombreux domaines scientifiques tels que l'énergie, la médecine, les industries pharmaceutiques, l'électronique et les industries spatiales...etc. Cette technologie traite de petites structures et de matériaux de petite taille [1].

Le terme "nano" en science est étiqueté pour une milliardième partie, c'est-à-dire  $10^{-9}$ . Les tailles de nanoparticules obtenues à partir de métaux varient de **1 à 100 nm** [2]. Les formes, les tailles, et les compositions de nanoparticules métalliques sont considérablement associées à leurs propriétés qui ont été exploitées pour leurs propriétés physiques, chimiques, mécaniques, thermiques et biologiques [3,4].

L'objectif principal de la synthèse des nanoparticules (NP) avec contrôle de la taille, de la forme et de la nature cristalline des particules est qu'elles peuvent être utilisées pour des applications potentielles, telles que biomédicales, biocapteur, catalyseur de l'élimination bactérienne de la bio toxine et électrode à moindre coût [5,6].

Les chercheurs ont fait un énorme effort pour synthétiser les NP métalliques en appliquant différentes méthodes physiques et chimiques. Cependant, toutes ces méthodes utilisent des agents réducteurs et stabilisateurs coûteux ainsi que toxiques [7,8]. Ils sont également plus susceptibles d'avoir des produits chimiques et des sous-produits toxiques non traités qui rendent la plupart de ces NP synthétisés impropres aux applications biomédicales. Malgré les avantages des nanoparticules métalliques synthétisées par des moyens chimiques, il existe des effets toxiques potentiellement préoccupants [9].

La production à l'échelle industrielle et l'utilisation de NP peuvent entraîner une exposition humaine et environnementale involontaire à ces substances. Plusieurs chercheurs ont fait part de leurs préoccupations concernant l'impact environnemental et la toxicité des produits à base de nanoparticules synthétisés chimiquement [10].

La synthèse des nanoparticules recherche une approche écologique et matériaux verts [11], le besoin de molécules respectueuses de l'environnement qui apportent des solutions aux défis croissants liés aux problèmes environnementaux a conduit à une nouvelle pratique d'utilisation de la source verte pour la synthèse des nanoparticules [12], Ceci est principalement obtenu par l'utilisation d'extraits des plantes ou de fruits [13] et de bio- organismes[14]est souhaitable

pour fournir une voie de synthèse économique, écologique [15], facilement disponible et plus propre [16].

Ce travail de mémoire a donc pour la synthèse des nanoparticules d'argent par un procédé simple, rapide et propres vis-à-vis de l'environnement et du manipulateur. Pour répondre à ces critères nous avons choisi la synthèse des nanoparticules d'argent en utilisant l'extrait d'une plante *de datte* comme un bio réducteur, peu couteuse et écologique.

Parmi diverses nanoparticules, les nanoparticules d'argent (AgNPs) ont été l'un des objets d'étude les plus populaires au cours des dernières décennies années en raison de leur potentiel [17]. Les produits végétaux trouvent une utilisation impérative dans la synthèse des nanoparticules (NPs).

L'argent (Ag) est le métal de choix parmi les métaux nobles pour des applications potentielles dans le domaine des systèmes biologiques, de la matière organique et de la médecine.

Ce travail se décompose en quatre chapitres :

- ✓ **Le premier chapitre** : synthèse bibliographique (Généralité sur les nanoparticules et les nanoparticules d'argent).
- ✓ **Le deuxième chapitre** : Présentation du fruit dattier .
- ✓ **Le troisième chapitre** : Est constitué des matériels, protocole expérimentale et les méthodes qui caractérisé les nanoparticules d'argent UV-Visible, FTIR.
- ✓ **Le quatrième chapitre** : Contient les résultats et les discussions obtenus des nanoparticules d'argent synthétisé.
- ✓ **Conclusion générale.**

# **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

## Chapitre I. Synthèse bibliographique :

### I.1 Généralité sur les nanoparticules :

La course à la réduction en taille des particules a été rêvée et initiée par Richard Feynman, à la fin des années 50 lors de son fameux discours : « There is plenty of room at the bottom » [18], laissant entrevoir un nouveau domaine de recherche [19].

L'intérêt porté aux matériaux de taille nanométrique s'est particulièrement accru au cours des vingt dernières années dans les domaines tels que la chimie [20], la physique, l'électronique (stockage de l'information ...) [21], l'optique (effet laser...) [22], encore la biologie [23], et la médecine (marquage cellulaire,...) [24].

Les nanoparticules sont constituées par pas plus de **10<sup>6</sup> atomes**, leurs propriétés sont différentes à celles des mêmes atomes liées entre eux pour former des matériaux massifs. Ils sont généralement considérés comme un nombre d'atomes ou molécules reliées entre eux avec un rayon inférieur à **100 nm**. vue comme une subdivision du matériau massif nous pouvons les définir d'une façon pratique comme étant un agrégat ou un ensemble d'atomes dont les dimensions sont comprises entre **1** et **100 nm** [25].

### I.2 Définitions :

#### I.2.1 Nanotechnologie :

« Nanotechnologie » est un terme générique qui décrit des applications dans de nombreux domaines scientifiques mais recouvre d'une manière générale la recherche sur les principes et propriétés existant à l'échelle nanométrique. L'objectif des nanotechnologies consiste à produire des objets ou matériaux inférieurs à **100** nanomètres. C'est-à-dire regroupent tout ce qui touche à la conception, la caractérisation, la production et l'application de structures, dispositifs et systèmes par contrôle de la forme et de la taille à l'échelle nanométrique. Les nanotechnologies relèvent de la recherche appliquée. Les applications concernées présentent un potentiel économique important dans de nombreux domaines tels que la médecine, la chimie, l'énergie, l'économie des ressources ou encore l'environnement [26].



**I.2.2 Nanoscience :**

La nanoscience est l'étude des phénomènes et de la manipulation des matériaux aux échelles atomique, macromoléculaire et moléculaire, où les propriétés diffèrent considérablement de ceux à plus grande échelle [27].

**I.2.3 Nanomètre :**

Le nanomètre (de symbole nm) est une unité du système international d'unités (SI), il est considéré comme une unité de longueur à l'échelle nanométrique et il est équivalent à  $10^{-9}$  mètres (m) [28]. L'échelle nanométrique est considérée comme l'échelle de longueur s'étendant approximativement de 1 nm à 100 nm [29].

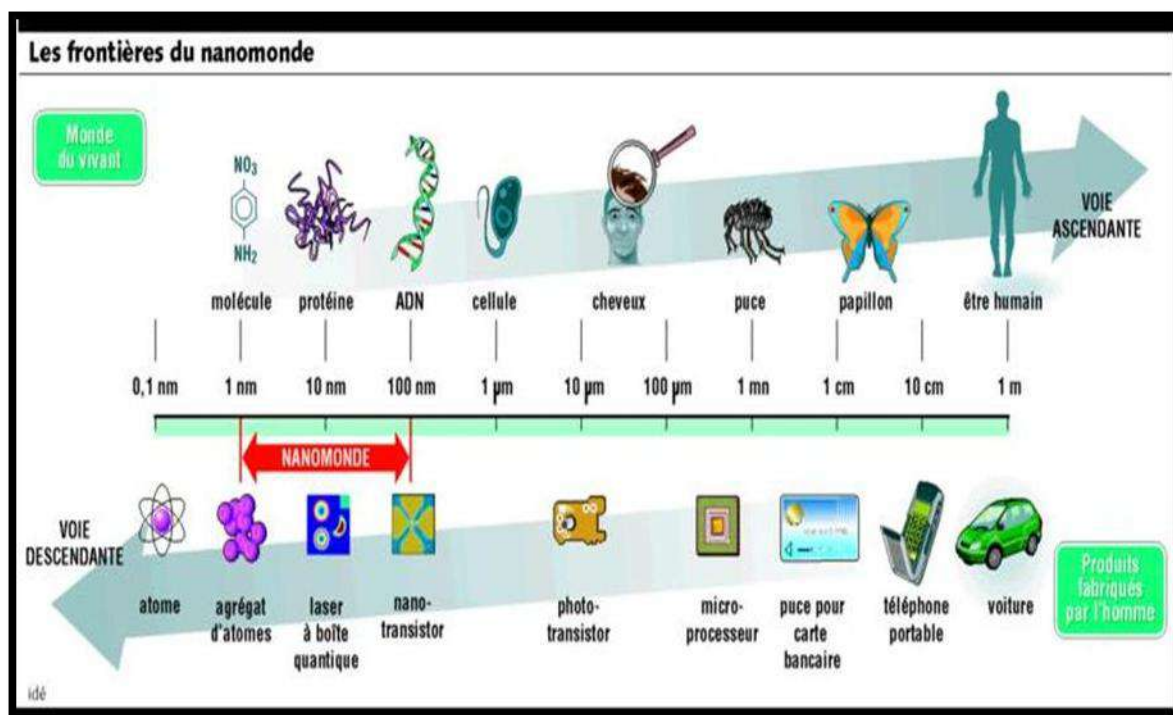


Figure I.1 : Différente taille de matière [30].

**I.2.4 Nanomatériaux :**

Le 18 octobre 2011, la Commission européenne publie ses recommandations relatives à la définition des nanomatériaux (recommandation 2011/696/UE) : « on entend par "nanomatériau" un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm ». [31]

Il existe deux grandes familles de nanomatériaux :

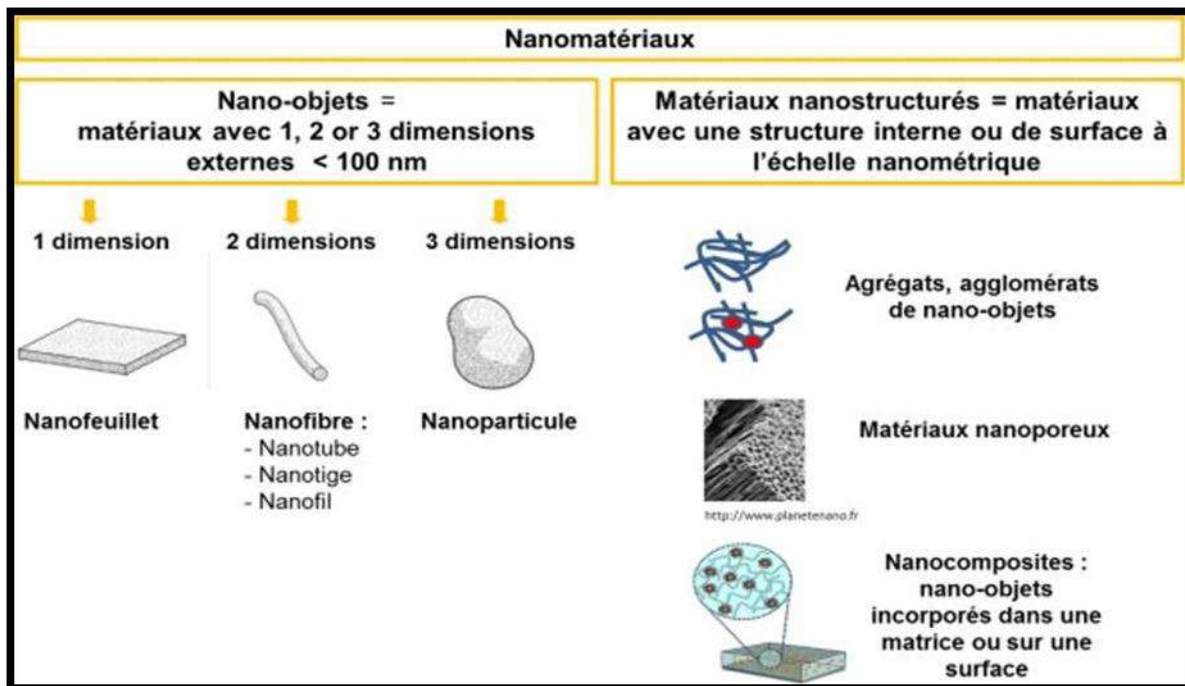


Figure I.2 : Nanomatériaux manufacturés, selon la norme ISO TS 80004 1&2 [32].

### I.3 Nanoparticules

Le terme de « nanoparticule » est utilisé lorsque la particule a au moins une de ses dimensions inférieure à **100 nm**. Le rayon typique d'un atome étant de l'ordre de 0,1 nm, une NP peut être constituée de quelques dizaines à plusieurs centaines d'atomes. Par exemple, les NPs les plus célèbres, les fullerènes, sont constituées de seulement **60** ou **70** atomes de carbone. Leur très petite taille donne aux NPs des surfaces spécifiques très importantes [33].

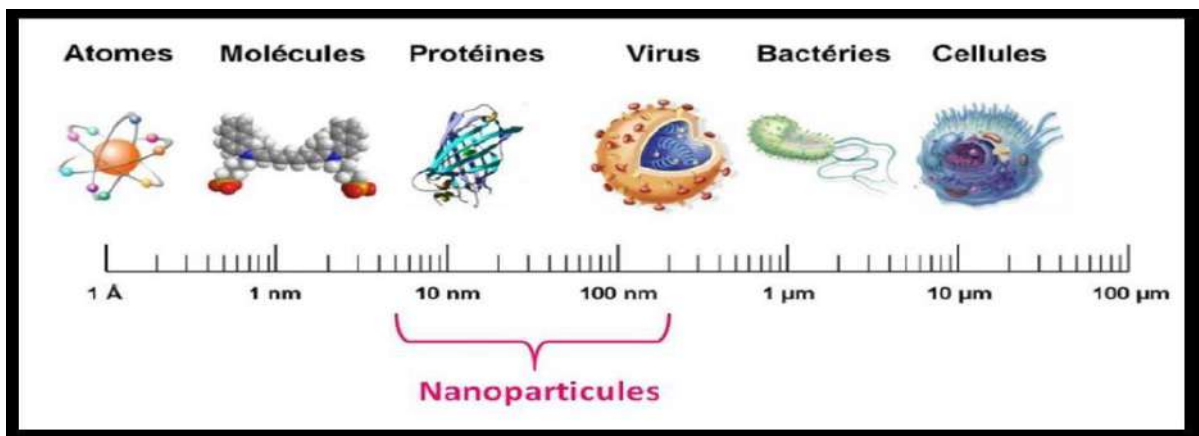
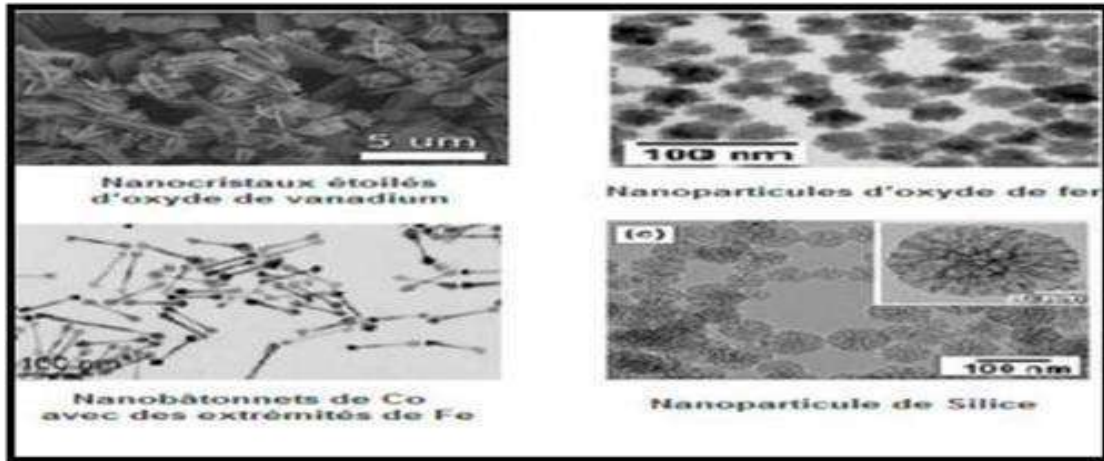


Figure I.3 : Gamme de tailles des nanoparticules comparées à celles de principales structures Chimiques et biologiques [34].

**I.3.1 Les diverses formes des nanoparticules :**

Les nanoparticules sont caractérisées par leur diverses formes (sphérique ,tubes, plaques.....). **La Figure 04** illustre quelques types de nanoparticules.

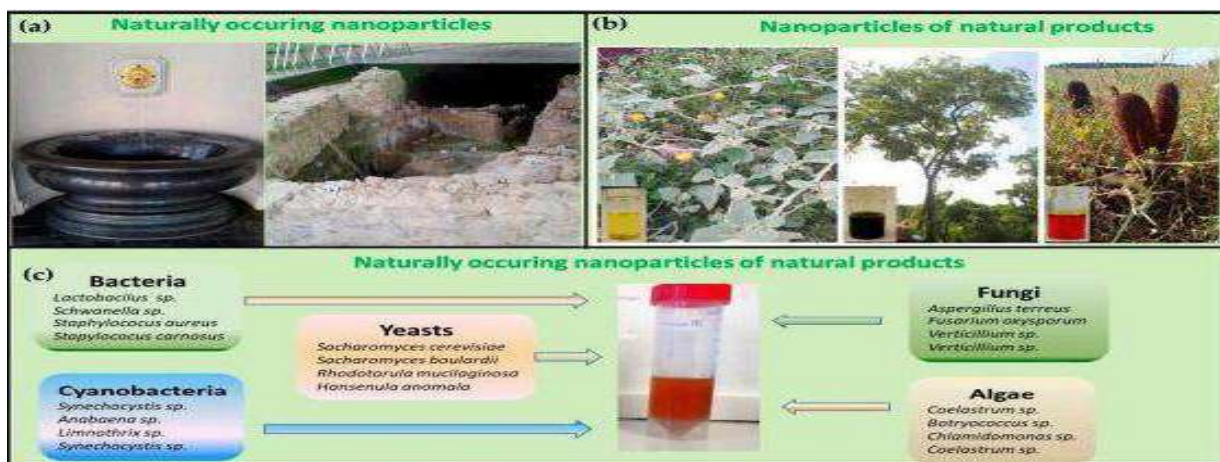


**Figure I.4 : Différentes formes des nanoparticules [35].**

**I.3.2 Origine des nanoparticules :**

**I.3.2.1 Les nanoparticules naturelles**

Elles sont produites à la fois à la suite d'événement naturels tels que l'activité volcanique, les réactions de photosynthèse ou encore l'activité marine. On peut en retrouver dans les poussières désertiques. Les nanoparticules sont aussi observées lors du phénomène de combustion, Certaines bactéries et levures peuvent réduire la toxicité d'un environnement polluant en agissant sur les ions métalliques et en formant des complexes insolubles sous forme de nanoparticules [36].



**Figure I.5 : Exemples de matériaux naturels et biologiques contenant des particules nanoscopiques [37].**

***I.3.2.2 Nanoparticules accidentelles (ou nanoparticules non manufacturées) :***

Dans cette catégorie nous retrouvons les particules atmosphériques « ultrafines » (PUF) [38]. Ces particules, sont émises notamment par les véhicules diesel, les véhicules à essence et les chauffages urbains.

Mis à part les PUF, d'autres NPs sont produites par l'homme de façon accidentelle, non intentionnelle ou non manufacturées. Dans cette classe, il existe principalement les particules présentes dans la fumée de soudage. Les NPs sont générées également par des activités intérieures courantes, telles que: la cuisine, le tabagisme, le nettoyage et la combustion (par exemple, bougies, cheminées). Parmi les NPs produites par des activités intérieures se trouvent: les fibres textiles, les particules de peau, les spores, les excréments d'acariens, les produits chimiques, la fumée des bougies, la cuisine et les cigarettes [39].

***I.3.2.3 Nanoparticules artificielles (ou nanoparticules manufacturées) :***

Les NPs artificielles, manufacturées ou intentionnelles sont des particules produites artificiellement en raison de leurs propriétés utiles. Ils peuvent être constitués d'un seul élément comme C ou Si, ou d'un mélange d'éléments différents [40].

Les principales caractéristiques des NPs artificielles ont une surface spécifique élevée, une transformation de phase inhabituelle en raison de leur nature artificielle, une stabilisation inhabituelle des défauts, une déformation de surface élevée et une agrégation contrôlée par cristallographie. Cette source de NPs incluent les fullerènes, les nanotubes de carbone, les dendrimères, les points quantiques, le TiO<sub>2</sub>, les NPs d'or et d'argent [40].

Des différences existent entre les PUF et les NPs manufacturées (NPsM), les PUF ont généralement une assez large distribution de taille et une composition chimique complexe tandis que les NPsM ont souvent une distribution étroite et une composition chimique définie. Très schématiquement, il existe des NPsM métalliques (dioxyde de titane et de zinc, par exemple) et des NPsM carbonées. Parmi celles-ci, les nanotubes de carbone qui occupent une place importante [41].

**I.3.3 Classifications des nanoparticules :*****I.3.3.1 Classifications de nanomatériaux selon leurs formes d'utilisations :***

- **Matériaux de dimension 0 :** matériaux sous forme dispersée, aléatoire ou organisée, comme dans les cristaux colloïdaux pour l'optique ou les fluides magnétiques.
- **Matériaux dimension 1 :** matériaux sous forme de nano fils ou de nanotubes.

- **Matériaux 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.
- **Matériaux dimension 3** : matériaux sous forme compacte comme dans les céramiques et les métaux nanostructures [42].

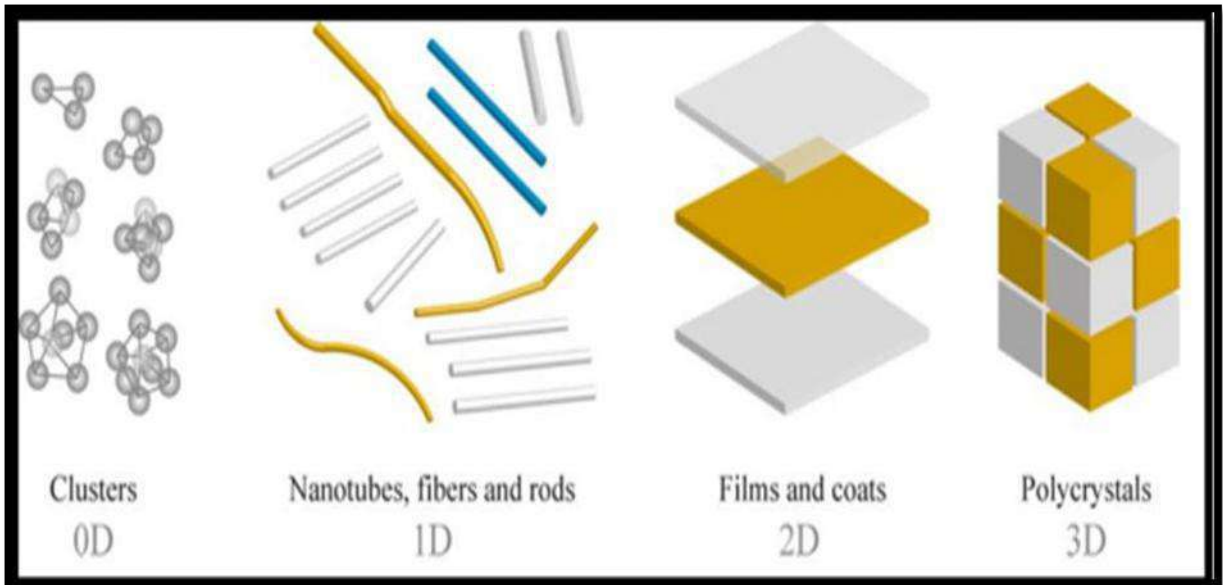


Figure I.6 : Types de nanoparticules selon leurs dimensions [43].

*I.3.3.2 Classifications des nanomatériaux selon leur localisation au sein du /composant objet/produit considéré :*

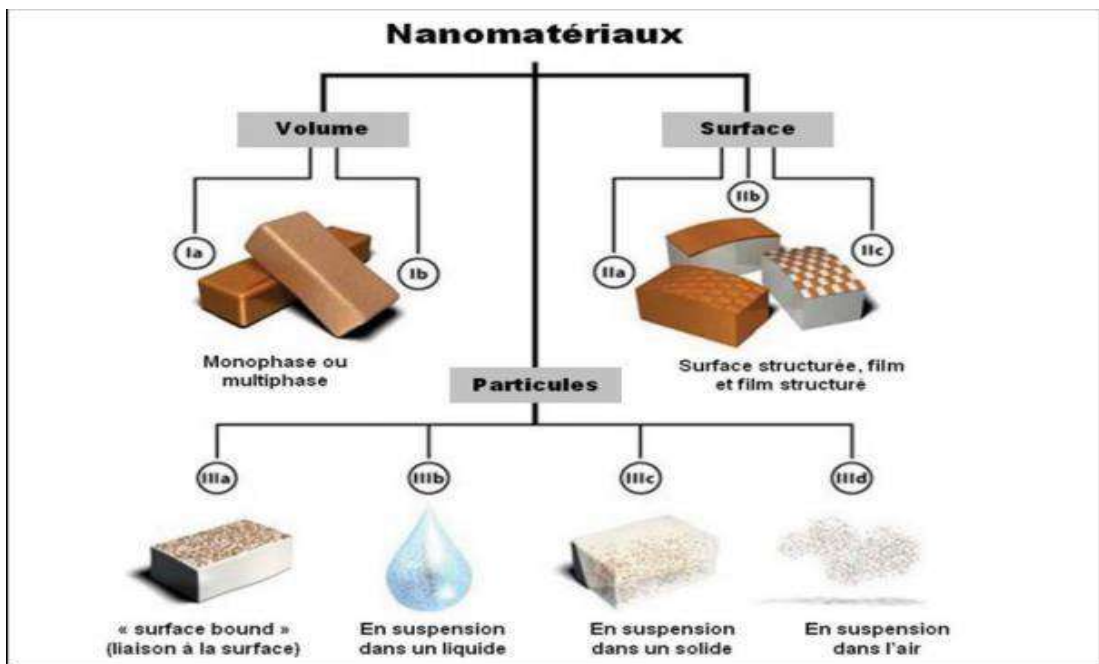


Figure I.7 : Classifications des nanomatériaux selon leur localisation au sein du/composant objet/produit considéré [44].

## I.3.3.3 Classifications des nanoparticules en fonction de leur composition chimique :

Tableau I.1 : Classifications des nanoparticules en fonction de leur composition chimique [45].

	Matériaux à base de carbone	Matériaux à base de métaux	Dendrimères	Matériaux composites
<b>Définition</b>	Matériaux à base de carbone qui ont soit une forme sphérique ou tubulaire	Matériaux ayant un élément chimique métallique	Polymères assemblés de façon intérieure et vides	Matériaux résultant d'une combinaison entre des NP et un autre matériau à la nano-échelle
<b>Exemples parmi les plus connus</b>	<p>*Fullerènes.</p> <p>*Nanotubes de carbones simples parois.</p> <p>*Nanotubes de carbone à parois multiples.</p>	<p>*Points quantiques</p> <p>*NP d'or/d'argent</p> <p>*NP de type « oxyde-métal » (dioxyde de zinc ou cérium ou titane)</p>	<p>*On trouvera des dendrimères dont le nombre de générations varie en fonction des couches d'unités répétées</p> <p>*Chaque dendrimère peut-être couplé à des molécules de surface lui donnant ainsi de nouvelles propriétés.</p>	<p>*NP de silice méso poreuses jumelées à du Gadolinium ou Manganèse (pour application liée à l'imagerie à résonance magnétique).</p> <p>*NP de PLGA (poly (dl- lactide-Co- glycolide)) couplées à des agents thérapeutiques pour être utilisées dans le traitement VIH</p>

### I.3.4 Les générations des nanoparticules :

Tableau I.2 Développement des nanotechnologies-les générations de nanoparticule [46].

Nanostructures actives	Nanostructures passives	Système de nano système	Nano système Moléculaires
*Nanoparticules *nanotubes *nano composites *nano revêtement *matériaux nano structurés	*électronique *capteurs *médicaments vectorisés *structures adaptative	*assemblage moléculaire *structuration en 3D *robotique *supra-molécules	*molécules à façon *fonctions hiérarchisées *système évolutifs
<i>1<sup>er</sup> génération</i>	<i>2<sup>ème</sup> génération</i>	<i>3<sup>ème</sup> génération</i>	<i>4<sup>ème</sup> génération</i>

### I.3.5 Les avantages et les inconvénients des nanoparticules :

#### I.3.5.1 Les avantages :

- Améliorer la diffusion Rayleigh.
- Diffusion Raman améliorée en surface.
- Forte absorption plasmatique.
- Imagerie du système biologique.
- Déterminer les informations chimiques sur un substrat métallique à l'échelle nanométrique
- L'augmentation de la surface spécifique entraîne une dissolution plus rapide de l'argent actif dans un environnement aqueux, tel que le corps humain [47].

#### I.3.5.2 Les inconvénients :

- Lors de la synthèse de NPs, la formation peut être aggravée par l'environnement impur. Comme les NPs sont très réactives, il peut également y avoir de fortes chances d'impureté.
- Lors de la synthèse de NPs, il faut l'encapsuler, car il est extrêmement difficile de conserver la taille des nanoparticules sous forme de solution [47].

**I.3.4 Exemples des nanoparticules et ses applications, propriétés et fonctionnalités :**

**Tableau I.3 Exemples des nanoparticules et ses applications, propriétés et fonctionnalités [48].**

<b>Nanomatériaux</b>	<b>Applications</b>	<b>Propriétés , fonctionnalités</b>
<b>Argent</b>	Déodorants, dentifrices Agent de dépollution des eaux et des sols Encre Habillement	Antibactérien Dégradation/adsorption de contaminants Conductivité microélectronique Antibactérien, pigment, teignabilité
<b>Dioxyde de titane</b>	Béton, ciment Crème de soin, crème solaire Agents de dépollution des eaux et des sols peintures	Autonettoyant, dépollution Absorbant UV Dégradation/adsorption de contaminants
<b>Fullerènes</b>	Crème de soin Vectorisation de médicaments, de protéines, de gènes Pneumatique	Antioxydant Encapsulation et transport dans l'organisme Résistance mécanique
<b>Oxyde de zinc</b>	Conditionnement et emballage plastique Crème de soin Cellule photovoltaïque Peinture	Antibactérien Cicatrisant, adsorbant UV Rendement Matité , autonettoyant, dépollution, résistance aux UV

**I.4 Procédés de fabrication de nano-objets et de nanomatériaux :**

Les NP peuvent être synthétisées selon deux approches différentes. La première méthode dite « ascendante » (en anglais bottom-up) et la deuxième « descendant » dite (top-down).



➤ **L'approche descendante, ou top down (méthodes physiques) :**

Cette approche est basée sur la miniaturisation. Elle consiste à fractionner un matériau jusqu'à obtenir un objet de taille nanométrique en optimisant les technologies industrielles existantes. L'approche induit principalement l'utilisation des méthodes mécaniques (mécano- synthèse, fortes déformations, ...) et Regroupant essentiellement physiques (Le broyage à haute énergie, évaporation-condensation, procédé d'ablation laser...) [49].

➤ **L'approche ascendante, ou Bottom up (méthodes chimiques) :**

La voie ascendante, Bottom-up, consiste à assembler des composants élémentaires (atomes, molécules, agrégats) pour fabriquer des structures plus complexes, Cette voie nécessite l'utilisation de trois composants indispensables Un précurseur, un agent réducteur et un agent stabilisant , et L'assemblage ou le positionnement des atomes, des molécules ou des agrégats s'effectue de façon précise, contrôlée et exponentielle, permettant ainsi l'élaboration de matériaux fonctionnels dont la structure est complètement maîtrisée [49].

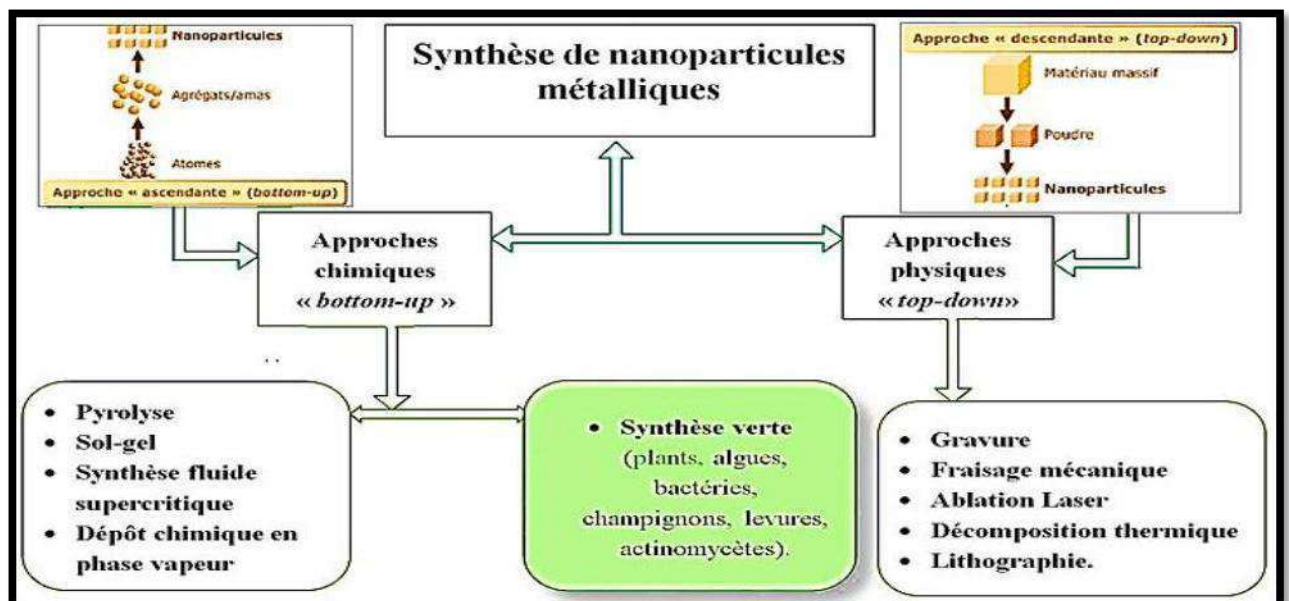


Figure I.8 : Schéma illustrant les différentes techniques de synthèse des nanoparticules[50].

### I.5 Les méthodes de synthèse des nanoparticules :

Les nanoparticules ont été synthétisées avec un certain nombre de compositions et de structures différentes, y compris Ag, NiO, TiO<sub>2</sub>, ZnO, α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ainsi que leur forme dopée. Leur processus de fabrication s'est basé sur des méthodes chimiques, physiques et mécaniques.

L'intérêt technologique repose sur le contrôle de la taille des particules et la morphologie qui est assez difficile. Les méthodes chimiques humides, y compris sol-gel, hydro/solvothermalet le polyol, peuvent offrir un potentiel pour l'obtention des nanoparticules en termes d'homogénéité chimique et diversités morphologiques par rapport aux méthodes physiques et mécaniques.

#### **I.5.1 Synthèse des nanoparticules par sol-gel :**

La technique sol-gel, qui est une technique chimique par voie humide utilisée pour la fabrication d'oxydes métalliques à partir d'une solution chimique qui agit comme un précurseur pour un réseau intégré (gel) de particules discrètes ou de polymères. Le sol précurseur peut être soit déposé sur le substrat pour former un film, soit coulé dans un récipient approprié avec la forme souhaitée pour synthétiser des poudres [51].

#### **I.5.2 Synthèse par processus hydrothermal :**

La méthode hydrothermale créée par Roderick Murchison (1792-1871), elle est définie comme une réaction hétérogène sous condition de pression et de température élevées. Son mécanisme de base est la dissolution et la précipitation des précurseurs qui sont insolubles dans les conditions ordinaires et favorise la cristallinité de particules solides formées par nucléation et croissance [52].

Dans le processus de formation des phases stables seul les liaisons iono-covalentes fortes sont impliquées, par ailleurs, les interactions faibles quant à elles favorisent l'auto-assemblage des précurseurs moléculaires. Donc on peut dire que toutes les interactions interviennent dans la formation des cristaux [52].

#### **I.5.3 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 [53].

La synthèse verte est une nouvelle approche pour lutter contre la pollution en prévenant les problèmes environnementaux.

La synthèse des nanoparticules de AgNO<sub>3</sub> 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, alors que les méthodes chimiques sont des méthodes de production de masse coûteuses et nuisibles. 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 [54]. 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, 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, la synthèse verte de nanoparticules est un type d'approche ascendante dans laquelle la réaction principale est la réduction / oxydation. Les phytochimiques 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 [55].

## **I.6 Caractérisation des nanoparticules :**

L'application technique des nanoparticules dépend principalement de leur surface. Il est donc crucial pour le chimiste de contrôler la surface et donc les propriétés des particules. Cependant, l'analyse qualitative et quantitative de la surface d'une seule nanoparticule ou d'un ensemble de nanoparticules est difficile.

Les méthodes suivantes sont utilisées pour caractériser les nanoparticules :

### **I.6.1 Spectroscopie UV-visible :**

Spectroscopie ultra-violet (UV-Vis), permet de déterminer la bande d'absorption [56]. La spectroscopie est une technique utilisée pour quantifier la lumière qui est absorbée et dispersée par un échantillon [57]. Les nanoparticules ont des propriétés optiques qui sont sensibles à la taille, la forme, la concentration, l'état d'agglomération, et l'indice de réfraction près de la surface des nanoparticules. Ce qui fait de la spectroscopie UV-Vis un outil précieux pour identifier, caractériser, et l'étudier les nanomatériaux.

Le spectre UV-Vis, connu sous le nom de bande d'absorption de surface plasmon, est produit par le mouvement des électrons de conduction dans les particules en conséquence du champ de lumière électrique incidente, ce qui entraîne un déplacement des charges négatives et positives du métal [57].

### I.6.2 Diffraction des rayons X (DRX) :

La diffraction des rayons X a été utilisée pour déterminer la structure cristalline des solides, y compris les constantes et la géométrie du réseau, l'identification des matériaux inconnus, l'orientation des monocristaux, les défauts, etc. Les diagrammes de diffraction des rayons X sont obtenus en mesurant les angles auxquels un faisceau de rayons X est diffracté par les phases cristallines de l'échantillon. L'équation de BRAGG rapporte la distance entre deux plans hkl (d) et l'angle de diffraction ( $2\theta$ ) comme :  $\lambda = 2d \sin \theta$

Où :

$\lambda$  = longueur d'onde des rayons X

$n$  = un nombre entier connu sous le nom d'ordre de réflexion (h, k et l représentent les indices de Miller des plans respectifs)

A partir des diagrammes de diffraction, on peut déterminer l'unicité de la structure des nano cristaux, la pureté de la phase, le degré de cristallinité et les paramètres des cellules unitaires des matériaux nanocristallins. La technique de diffraction des rayons X est non destructive et ne nécessite pas de préparation d'échantillons élaborée, ce qui explique en partie la large utilisation des méthodes de DRX dans la caractérisation des matériaux. L'analyse d'élargissement par diffraction des rayons X a été largement utilisée pour déterminer la taille des cristaux de matériaux à l'échelle nanométrique. La taille moyenne des nanoparticules peut être estimée en utilisant l'équation de Debye-Scherrer :

$$D = k \lambda / B \cos \theta \quad [57][58]$$

Où :

$D$  = épaisseur du nano cristal.

$K$  = est une constante.

$\lambda$  = longueur d'onde des rayons X.

$\beta$  = largeur à mi-hauteur de la réflexion (111) à l'angle de Bragg  $2\theta$ .

### I.6.3 Spectroscopie infrarouge a transformée de Fourier :

L'infrarouge est une méthode très utilisée pour la caractérisation et l'identification des composés ou de leurs groupements fonctionnels (liaisons chimiques) dans un mélange d'extraits.

L'identification des liaisons se fait à l'aide du nombre d'onde correspondant et la détermination de groupe caractéristique par un spectre d'un composé inconnu qui sera identifié par comparaison à la bibliothèque des composés connus [58].

#### **I.6.4 Microscope électronique à balayage (MEB) :**

Cette technique consiste en la détection des signaux prévenants de l'interaction d'un faisceau d'électrons d'énergie  $E_0$  sur la surface d'un échantillon, ce phénomène produit plusieurs particules. Les plus utilisées en microscopie électronique à balayage sont :

les électrons secondaires (topographie de l'échantillon), les électrons rétrodiffusés (image de l'échantillon) et les rayons X (analyse élémentaire de l'échantillon EDS) [59].

#### **I.7 L'argent :**

L'argent est un élément chimique avec le symbole Ag de couleur gris blanc. C'est un métal malléable, ductile et précieux qui a été connu depuis des temps anciens (ses premiers débuts vers 5000 avant notre ère) et est situé dans le groupe 11 (Ib) et la période 5 du tableau périodique. L'argent est largement distribué dans la nature. Mais son abondance dans la croûte terrestre est très faible (0.05 ppm) par rapport aux autres métaux. La plupart du temps, l'argent peut exister dans un mélange d'isotopes,  $^{107}\text{Ag}$  et  $^{109}\text{Ag}$ . L'Ag est visiblement diamagnétique et sa susceptibilité magnétique est presque indépendante de la température de la température ambiante à juste en dessous du point de fusion [60].



**Figure 9 Pépite d'argent [61].**

#### **I.8 Les nanoparticules d'argent :**

Les nanoparticules d'argent ou nano-argent sont des molécules ayant une taille de 20-40 nm, composées à 80% d'atomes d'argent et à 20% d'ions argent. Elles sont, devant les nanotubes de carbone et les NPs de titane, les NPs les plus vendues et relâchées dans l'environnement. Les AgNPs sont très prisés par l'industrie pharmaceutique et agroalimentaire,

de part notamment leur propriété biocide. Néanmoins, l'utilisation de ces NPs reste controversée de par leur risque sur la santé et l'environnement [62].

## I.9 Propriétés des nanoparticules d'argent :

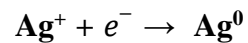
### I.9.1 Propriétés physiques et chimiques de l'argent :

L'argent (Ag) est le deuxième élément du premier groupe secondaire (IB) du tableau périodique, c'est un métal noble plus réactif que l'or. Sa résistance mécanique peut être améliorée par addition de cuivre. Il a une excellente conductivité, propriété utilisée en électronique. L'argent métallique se déforme facilement à froid, par martelage ou par étirement et il se cisèle facilement. Les sels d'argent sont photosensibles et sont utilisés en photographie [63].

**Tableau I.4 : Propriétés physiques de l'argent [64].**

propriété	Ag
Configuration électronique	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>
Numéro atomique	47
- poids Structure cristalline	107.87 CFC
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	
Rayon atomique (nm)	10.5
Première énergie d'ionisation (KJ mol <sup>-1</sup> )	0.153
Vitesse de fermi (m/s)	758
Energie de fermi (eV)	1.39 10 <sup>6</sup>
Résistivité électrique (μΩcm)	5.49
Température de fusion (K)	1.59 (20 °C)
Température d'ébullition (K)	
Conductivité thermique (W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	1235.43
Conductivité électrique (S m <sup>-1</sup> )	2485
Potentiel standard (V)	429
Electronégativité	63 10 <sup>6</sup>
	0.779 (Ag <sup>+</sup> /Ag)
	1.93

L'argent métallique s'obtient par réaction d'oxydo réduction de l'ion argent selon la réaction suivante :

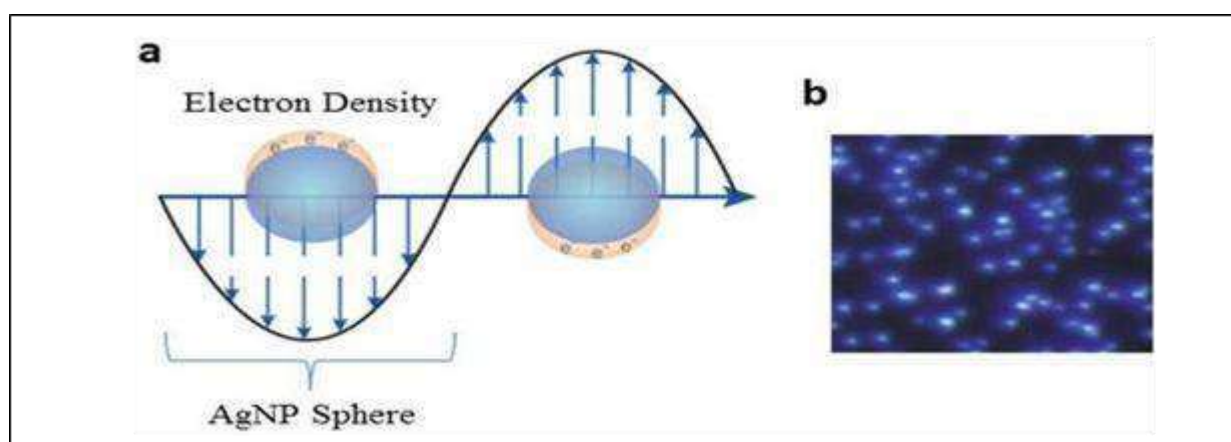


Cette réaction de base peut s'effectuer à partir de différents sels, dans différents milieux et selon différentes méthodologies. Le choix de l'agent réducteur est également important. Il peut aussi bien être toxique et présenter des dangers pour l'environnement et la santé.

De nombreuses méthodes ont été utilisées pour synthétiser des nanoparticules d'argent, parmi lesquelles on peut citer la réduction chimique des ions argent en solution aqueuse ou organique [65], la réduction électrochimique, la réduction sous ultrasons [66], la réduction photoinduite ou photocatalytique [67], la réduction sous micro-ondes [68], la réduction par irradiation  $\gamma$  [69], la méthode de microémulsion [70] et la réduction biochimique [71].

### I.9.2 Propriétés optiques :

Étant donné que les AgNPs sont extrêmement efficaces pour absorber et diffuser la lumière et contrairement à de nombreux colorants et pigments, ont une couleur qui dépend de la taille et de la forme de la particule. La forte interaction du nano-argent avec la lumière se produit parce que les électrons de conduction sur la surface du métal subissent une oscillation collective lorsqu'ils sont excités par la lumière à des longueurs d'onde spécifiques connues sous le nom de résonance plasmonique de surface [72].



**Figure I.10 : a) Résonance plasmonique de surface (SPR) pour les AgNPs à une longueur d'onde spécifique ; b) Image de microscopie en champ noir des AgNPs [72].**

**I.9.3 Structures cristallines :**

La structure cristalline des AgNPs peut être dérivée des diagrammes de diffraction des rayons X. Plusieurs études ont rapporté que les AgNPs ont la structure cubique, montrant des pics à  $38.06^\circ$ ,  $44.22^\circ$ ,  $64.48^\circ$  et  $77.32^\circ$  correspondant à l'angle de diffusion  $2\theta$  des plans (1 1 1), (2 0 0), (2 2 0), et (3 1 1), respectivement. De plus, le diagramme de diffraction des AgNPs se produit à  $38.5^\circ$ ,  $44^\circ$  et  $64.5^\circ$  ( $2\theta$ ). Ces modèles peuvent être indexés sur les plans (111), (200), et (220) de l'argent cubique face centrée (CFC) [73].

**I.9.4 Propriétés thermiques :**

Due à l'effet de taille thermodynamique [73]. Une propriété remarquable des NPs métalliques est leur faible température de fusion.

**I. 9.5 Propriétés catalytique :**

Les AgNPs ont été utilisées comme agents catalytiques efficaces pour la réduction divers colorants tels que le bleu de méthylène, le jaune-12, le 4-nitrophénol, le rose Bengale, l'éosine et le méthyl-orange [73].

**I.10 Applications des nanoparticules d'argent**

Ces dernières années, il y a eu diverses estimations de la production mondiale d'AgNPs. Il est prévu que l'industrie mondiale des nanotechnologies continuera de croître de manière significative, plus précisément, la production d'AgNPs. Plusieurs études ont montré que les AgNPs ont une plus grande valeur marketing que les autres NPs et que leur présence dans les produits de consommation est plus largement annoncée [74].



Le tableau suivant montre les applications des AgNPs dans des divers domaines :

**Tableau I.5 Applications des nanoparticules d'argent dans des différents secteurs [77].**

<b>Domaine</b>	<b>Application des AgNPs</b>
<b>Applications biomédicales</b>	<b>Réalisation antibactérienne</b>
	<b>Réalisation antifongique</b>
	<b>Réalisation antivirale</b>
	<b>Réalisation anti-inflammatoire</b>
	<b>Exploit anticancéreux</b>
<b>Applications textiles</b>	<b>Textile bloquant les rayons UV</b>
	<b>Textiles et dispositifs médicaux</b>
<b>Industries alimentaires</b>	<b>Nanotechnologie et emballage alimentaire</b>
	<b>Transformation alimentaire</b>
<b>Traitement environnemental</b>	<b>Désinfection de l'air</b>
	<b>Désinfection de l'eau</b>
	<b>Désinfection de l'eau potable</b>
	<b>Désinfection des eaux souterraines et de réseaux usées biologiques</b>
<b>Applications pharmacologiques</b>	<b>Activité antimicrobienne</b>
	<b>Activité larvicide</b>
	<b>Propriété de cicatrisation des plaies</b>
<b>Applications optiques</b>	<b>Utilisation dans :</b>
	<b>Les cellules solaires</b>
	<b>L'imagerie médicale</b>
	<b>Les limiteurs optiques</b>
<b>Applications conductrices</b>	<b>Les dispositifs plasmoniques</b>
	<b>Les écrans LCD</b>
	<b>LED haute intensité</b>
<b>Catalyse</b>	<b>Ecrans tactiles</b>
	<b>Catalyseur de pile à combustible</b>
	<b>Catalyseur d'additif pour carburant</b>
	<b>Production d'hydrogène</b>

### I.11 Mécanisme de formation de nanoparticules d'argent :

Le processus de formation des nanoparticules en solution est si complexe que la formation de nanoparticules métalliques dans les plantes et les extraits des plantes se déroule en trois étapes principales et de nombreux paramètres peuvent interférer avec la formation des nanoparticules : température, concentration et nature des réactifs et agent réducteur [75].

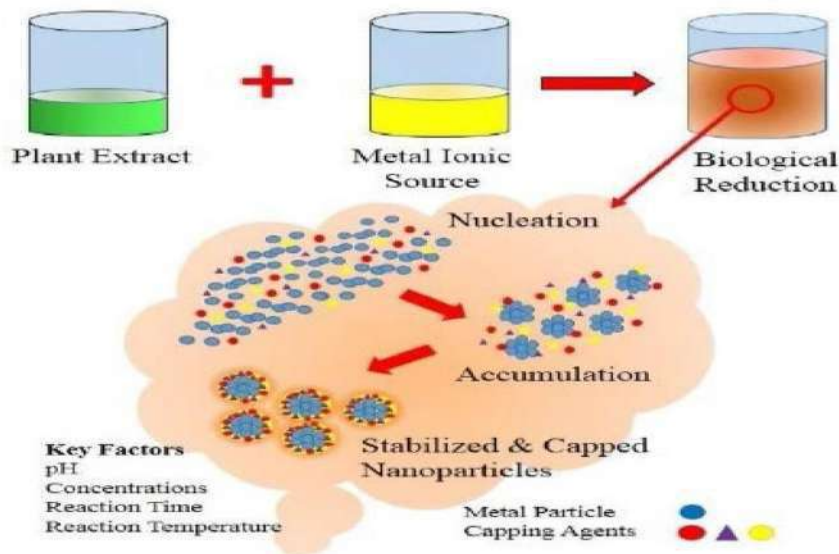


Figure I.11 synthèse verte des nanoparticules à partir d'extrait de plante [76].

### I.12 Les molécules responsables de la bio réduction :

Les agents de réduction sont largement distribués dans les systèmes biologiques. Les nanoparticules d'argent peuvent être préparées par les bactéries, les champignons, les extraits de plantes et les biopolymères. L'eau est le plus souvent le solvant de choix pour extraire les agents réducteurs.

Pour le cas des plantes il a été démontré que les terpénoïdes, les alcaloïdes, les sucres, les protéines et les polyphénols jouent un rôle important dans la bio réduction des ions métalliques. La synthèse est généralement effectuée en utilisant l'extrait aqueux des plantes.

la figure suivante illustre les principaux types de composés présents dans les plantes capables de réduire les ions métalliques [77].

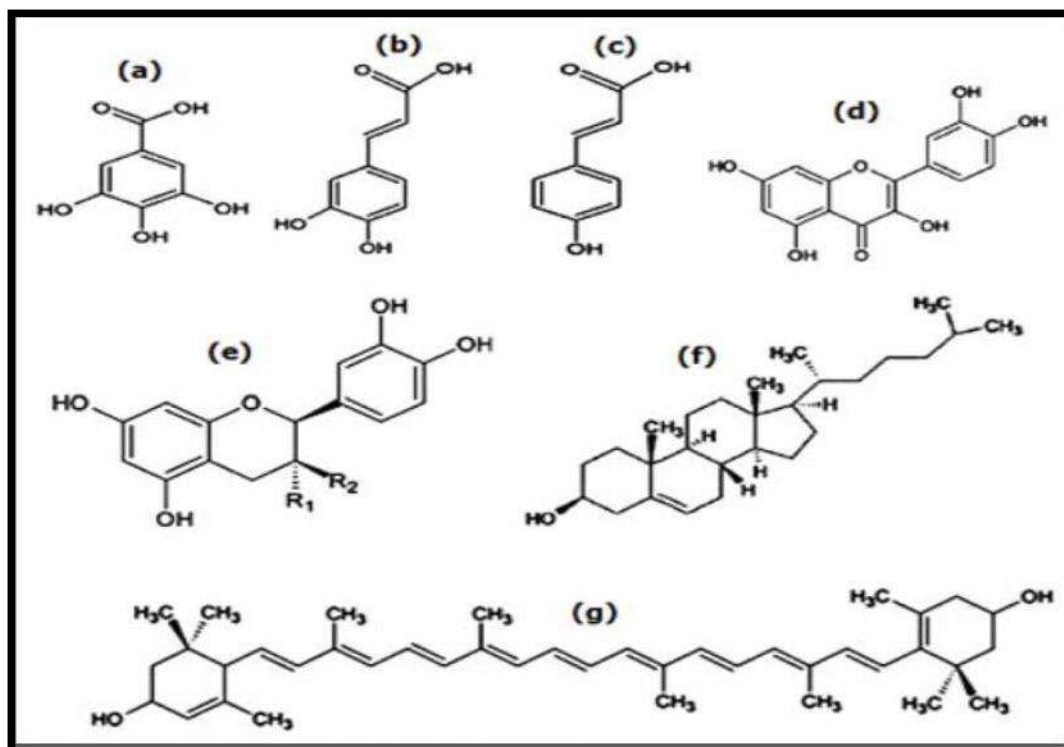


Figure I.12 : Les structures des composés phytochimiques présents dans les dattes : (a)-(c) acides phénoliques, (d) Flavonoïde, (e) Procyanidine, (f) a Stérol, (g) Caroténoïde [78].

Le procédé de formation des nanoparticules d'argent avec l'extrait datte peut être expliqué par le schéma suivant :

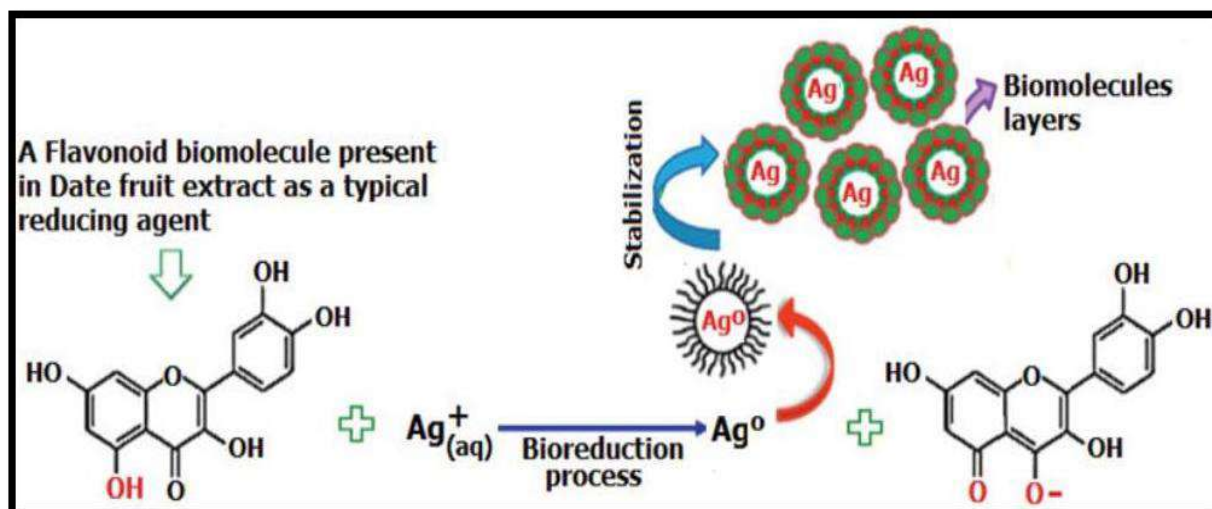


Figure I.13 Le mécanisme de formation d'Ag NPs à l'aide d'un extrait de datte [78].

## **Chapitre II :Présentation du fruit dattier**

**Chapitre II. Présentation du fruit dattier :****II.1 Palmier dattier****II.1.1 Généralité sur les palmiers dattier :**

Le nom scientifique du palmier dattier : *Phoenix dactylifera* L. provient du mot «Phoenix» qui signifie dattier chez les phéniciens et dactylifera dérive du terme grec «dactylos » signifiant les fruits du palmier en forme de doigt [79]

*Phoenix dactylifera* L est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des Arecaceae , et à la sous-famille des Coryphineae. La famille des Arecaceae compte environ 235 genres et 4000 espèces. Le palmier est une composante essentielle de l'écosystème oasien grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques, la haute valeur nutritive de ses fruits, les multiples utilisations des ses produits et sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes [80].



**Figure II.1 Phoenix dactylifera L [81].**

**II.1.2 Taxonomie :**

Le genre Phoenix appartient à la famille des Arecaceae (anciennement, Palmacea) comprend environ 2500 espèces, Le Palmier Dattier est une espèce appartenant au genre Phoenix qui comprend douze (12) espèces botaniques [82].

après Djerbi en (1994), la classification botanique du palmier dattier est la suivante: **Tableau II.1 : La**

**classification botanique du palmier dattier.**

Embranchement Phanérogames	
Sous- embranchement	➤ Angiospermes
Classe	➤ Monocotylédones
Groupe	➤ Phoenocoides
Famille	➤ Acéracée
Sous-famille	➤ Coryphoideae
Genre	➤ Phoenix
Espèce	➤ <i>Phoenix dactylifera L</i> (Linne, 1734).

**II.1.3 Répartition géographique en Algérie :**

En Algérie, la culture du palmier dattier essentiellement localisée dans les wilayets sahariennes et présahariennes notamment dans l’Est du pays [82].

1. Zone de Ziban : Biskra, Tolga oupied de l’Aurès ( Nemamcha).
2. Zone de l’Oued Righ : Touggourt, Temacine, M’raier, Djamaa.
3. Zone de l’Oued Souf : El-oued, Guemmar.
4. Zone d’Ouargla.
5. Zone de M’zab : Ghardaia, Guerrara, Metlili, El Menia.
6. Zone d’ El-Goléa, du Tidikelt : Ain Salah, Foggara, Aoulef, Reggan.
7. Zone du Haggar.
8. Zone de L’Atlas et de la Saoura.
9. Zone de Touat : Adrar, Timimoun .

II.2 Les dattes :

II.2 .1 Définition :

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, sa forme est généralement allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair, qui est la partie comestible de la datte, appelé aussi pulpe qui se compose de :

- ✓ un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- ✓ un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue .
- ✓ un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau.

Les dimensions de la datte sont très variables, de **2 à 8 cm** de longueur et d'un poids de **2 à 8 grammes** selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées [79].

II.2.2 Classification des dattes :

Les dattes sont regroupées en trois catégories suivant leur consistance. D'après, la classification de la datte selon leur consistance à maturité et texture de fruit est comme suit.

Tableau II.2 Classification des dattes selon leur consistance [83].

Consistance	Caractéristiques	Variétés et pays
Les dattes molles	Taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose).	Ghars (Algérie), Ahmer (Mauritanie), Kashram et Miskhrani (Egypte).
Les dattes demi-molles	20 à 30% d'humidité, elles occupent une position intermédiaire à l'exception de la Deglet-Nour .	Deglet Nour (Algérie), Mahjoul (Mauritanie), Zahidi (Arabie Saoudite).
Les dattes sèches	Dures, avec moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Elles ont une texture farineuse.	la Beida et MechDegla (Tunisie et Algérie)

### II.3 La variété Ghers :

#### II.3.1 Descriptin

Le fruit mûr de la variété Ghars est à consistance molle de forme oblongue irrégulière (plus gros vers l'apex), la chair est peu éparse avec une peau résistante qui se décale de la chair (figure 04). Le rendement varie entre 60 et 70 kg/arbre [84].



Figure II.2 Dattes de la variété Ghars [82].

#### II.3.2 Aires de localisation

Les palmeraies de la variété Ghars sont localisées au Nord-est du Sahara. Ils sont cultivés au niveau de 4 wilayas seulement : Biskra, Oued souf, Ouragla et Ghardaia.

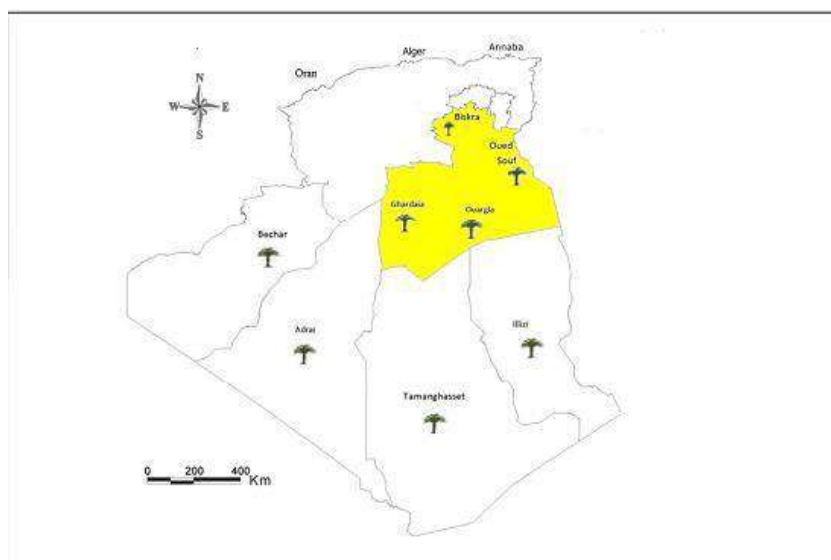


Figure II.3 Aires de localisation de la variété Ghars [82].



### II.3.3 Caractères morphologiques

Les caractères morphologiques de la variété Ghars sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.3 : Caractéristiques morphologiques de la variété Ghars [82].**

Forme	cylindrique
Taille moyenne de la datte	L = 4.36 cm ; l = 1.79 cm
Diamètre intérieur de la datte	1.3 cm
Poids moyen de la datte	9.75 g
Poids moyen de la pulpe	8.6g
Rapport (pulpe/datte)	0.88
Poids moyen du noyau	1.11g
Rapport (poids noyau/ poids datte)	0.11

### II.3.4 Caractères spécifiques

Les caractères spécifiques de la variété Ghars sont indiqués dans le tableau suivant :

**Tableau II.4 : Caractéristiques spécifiques de la variété Ghars [82,85].**

Nom vernaculaire	Ghars
Mode de consommation	manchée en l'état; écrasée et conservée comme réserves alimentaires,
Conservation	bonne aptitude de conservation notamment écrasée sous forme de <i>deb'tana</i> ; en sacs
Couleur	Ambrée
Texture	Fibreuse
Consistance	Datte molle
Degré de commercialisation	peu importante

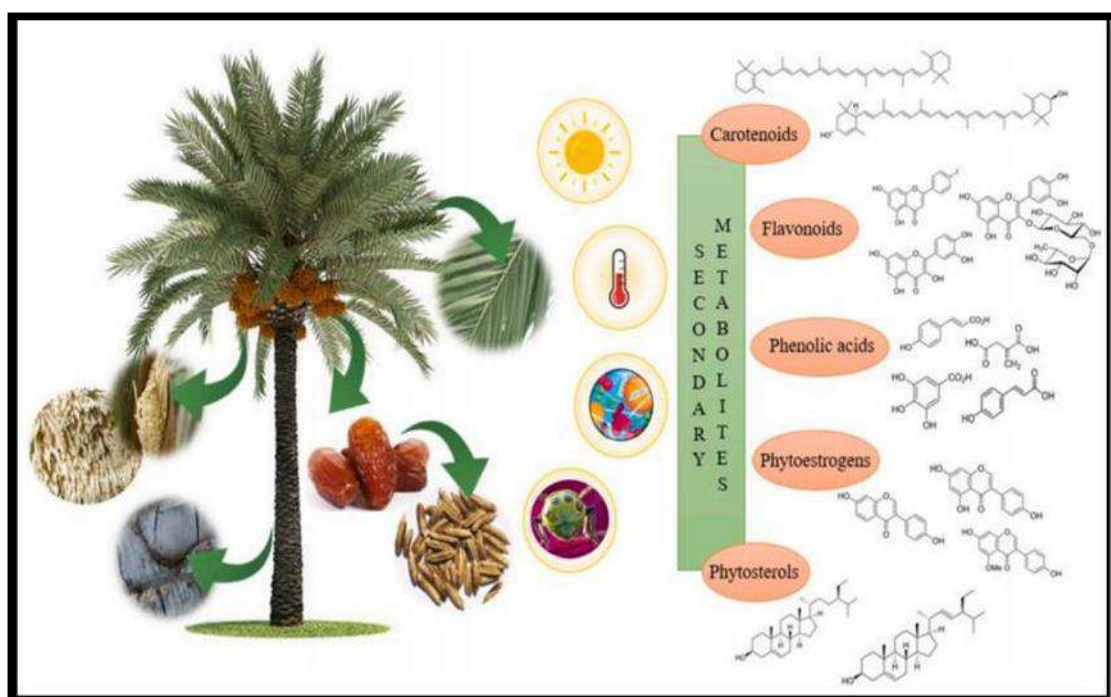
## II.3.5 Composition physico-chimique de la variété Ghars :

Le tableau suivant montre la composition physico-chimique de la variété Ghars

**Tableau II.5 Caractéristiques générales physicochimiques de la variété Ghars [82,85].**

Teneur eau (%)	17.64
Ph	6.16
Cendres totales (%)	17.29
Na	0.26
Ca	12.25
Sucres réducteurs (% MS)	80.68
Saccharose (% MS)	4.37
Sucres totaux (% MS)	85.28

Les dattes sont riches en glucides, principalement en glucose et en fructose, mais pauvres en protéines et en graisses. Ils servent également de bonne source de nombreuses vitamines, fibres alimentaires, minéraux, phénoliques, caroténoïdes et antioxydants [86].



**Figure II.4 : Métabolites secondaires associés à l'activité biologique des produits du palmier dattier [87].**

# **Chapitre III :**

## **Matériels et Méthodes**

**Chapitre III. Matériels et Méthodes :****III.1 Objectif :**

Il y a un besoin essentiel pour développer des procédures respectueuses de l'environnement pour la synthèse de nanoparticules métalliques. L'objectif est d'exploiter les ressources biologiques dans la nature pour la production de nanoparticules à faible coût et non toxique. Une diversité de procédés chimiques et physiques pourrait être utilisée pour la synthèse de nanoparticules, cependant, ces méthodes sont à risque lorsque les produits chimiques toxiques sont utilisés en raison de leurs effets indésirables dans les applications médicales. En conséquence, les extraits de plantes ont été utilisés pour la synthèse de nanoparticules métalliques.

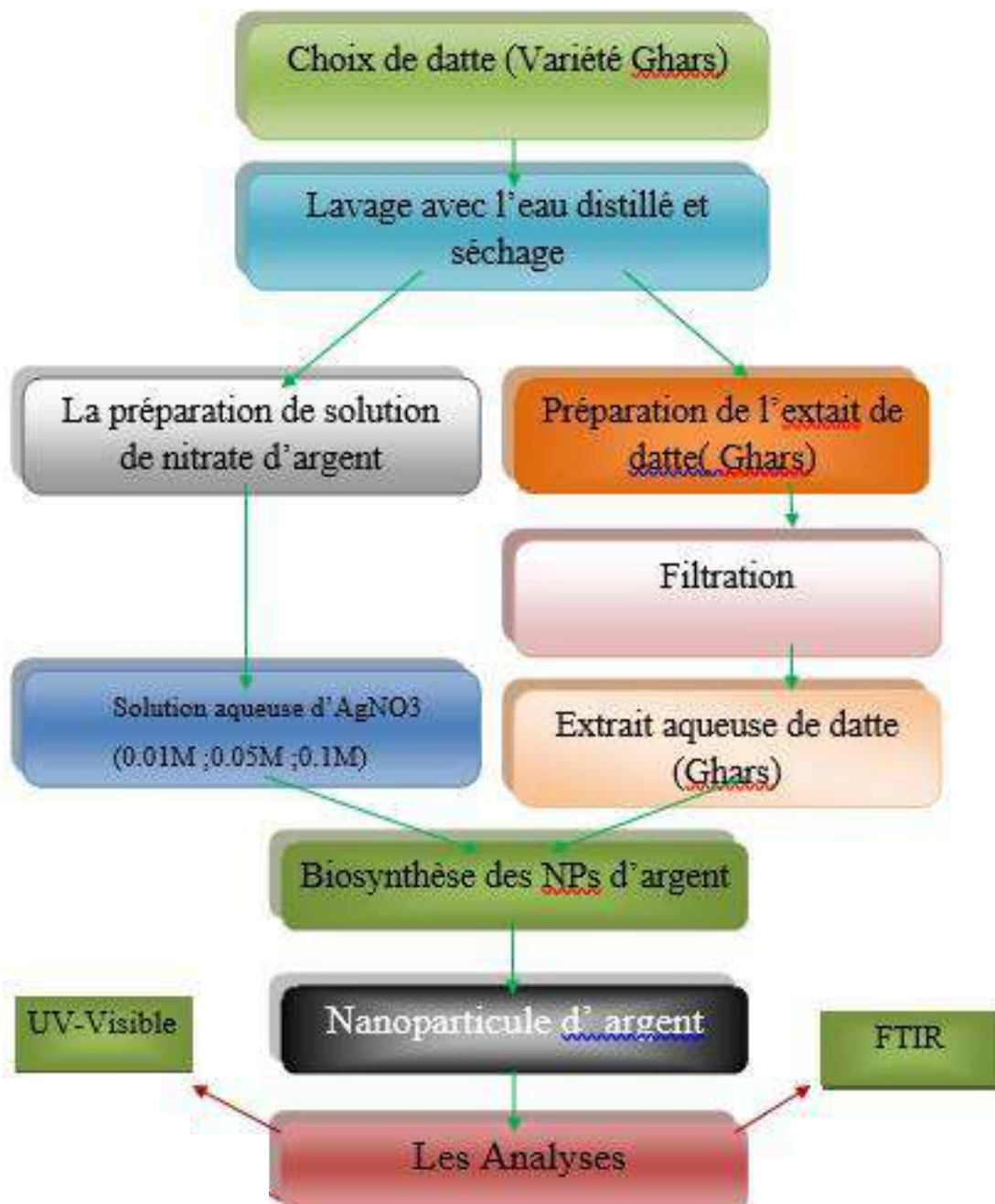
L'objectif recherché à travers ce travail est la synthèse des nanoparticules d'argent (Ag NPs) à l'aide de l'extrait des dattes (**Ghars**). Cette méthode de synthèse permet d'obtenir directement des nanoparticules d'argent, bien cristallisées, de taille relativement calibrée. Nous détaillerons le procédé de biosynthèse en milieu aqueuse, appelé aussi « réaction verte » par la suite.

Les étapes de travail sont :

- La collecte des fruits de datte (**Ghars**)
- La biosynthèse des NPs d'Ag en utilisant l'extrait de datte comme agent réducteur.
- Caractérisation des NPs d'Ag synthétisés avec différentes techniques d'analyse (**UV et FTIR**).

La partie expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de centre de recherche scientifique l'Université de Ouargla (Algérie).

### III.2 La méthodologie de biosynthèse d'un AgNPs à base de datte et la caractérisation:



**III.3 Matériel et Méthode :****III.3.1 Matériel végétal :**

Le matériel utilisé dans cette étude c'est la datte (varité Ghars).

**III.3.2 Produit chimique :**

- Nitrate d'argent
- L'eau distillée.

Le tableau suivant représente les matériels et les appareils utiliser :

**Tableau III.1 Les matériels de laboratoire et les appareils scientifique**

<b>Matériels de laboratoire :</b>	<b>Les appareils scientifiques :</b>
<b>Verre demontre</b>	<b>Balance électrique</b>
<b>Spatule</b>	<b>Agitateur magnétique</b>
<b>Entonnoir</b>	<b>L'etuve .</b>
<b>Bécher</b>	<b>Centrifugeuse</b>
<b>Papier filtre</b>	<b>Spectroscopie Ultra-violet UV</b>
<b>Erlenmeyer</b>	<b>L'infra rouge (FTIR)</b>

**III.4 Biosynthèse des nanoparticules d'argent :****III.4.1 Préparation de l'extrait de datte :**

Les dattes sont d'abord été lavée à l'eau du robinet, puis suivies d'eau distillée pour éliminer les impuretés et la poussière. Les dattes obtenues ont été séchées à l'air pendant **1 jour**. L'extrait a été préparé en mettant **15g** de datte avec **100ml** de l'eau distillée dans un bécher de **500ml**. De plus on fait une agitation magnétique de **450 tr/min** et chauffage à une température **60°C** pendant **30 minutes**. L'extrait a été filtré **2 fois** avec un papier filtre Whatman N° 1.

**III.4.2 Préparation des NPs d'Argent :**

Préparation des solutions aqueuses de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) à différentes concentrations molaires respectivement **0.01M ; 0.05M ; 0.1M**.

On utilise **3** Erlenmeyers, nous mettons dans chaque Erlenmeyer (**15ml** de l'extrait avec **100ml** de solution) de chaque concentration.

On chauffe à **60 °C** avec une agitation **450tr/min** pendant **30** minute, la préparation est séparée dans une centrifugeuse pendant **20 min** à **4400 tr/min** deux fois, on remplaceant le liquide par l'eau distillée à chaque fois, finalement on fait le séchage à **80°C** pendant **24 h** dans l'étuve.

On à expliqué par le protocole expérimental suivant :





### III.5 Caractérisation des nanoparticules d'argent :

Il existe plusieurs manières de caractériser les nanoparticules, Le premier et le plus pratique est le changement de couleur de la solution.

Les Ag NPs biosynthétisés ont été caractérisés par spectroscopie par la bande de résonance plasmonique de surface en utilisant :

#### Spectroscopie UV-Visible :

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance (ou densité optique) d'une substance chimique en solution limpide, en utilisant une lumière sensiblement monochromatique. On peut ainsi, par exemple, déterminer la concentration d'une substance en mesurant l'absorption relative de la lumière par rapport à celle d'une substance de concentration connue.

#### Principe :

Le principe de la spectrométrie d'absorption dans l'ultraviolet et le visible repose sur l'absorption du rayonnement par les molécules dans le domaine allant de (190 à 800 nm), ce qui correspond à l'ultraviolet (190-400 nm) et au visible (400-800 nm) [88].



Figure III.1 : Image de spectrophotomètre ultraviolet.

**III.5 .2 Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) :**

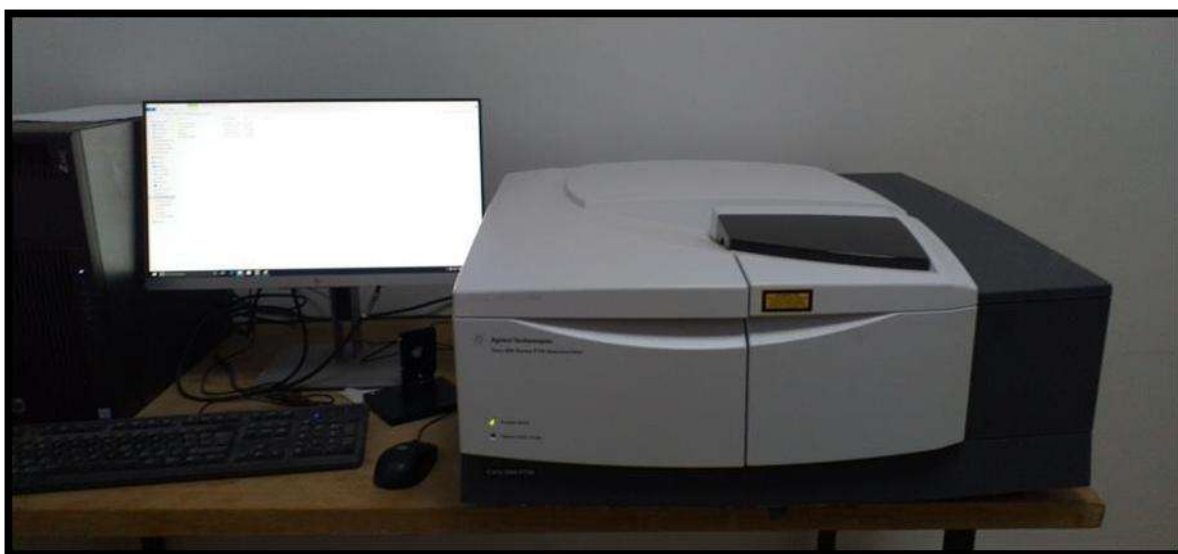
La spectroscopie FTIR est une technique utilisée pour obtenir le spectre d'absorption ou d'émission infrarouge d'un solide, d'un liquide ou d'un gaz. Et cela dépend de l'analyse des schémas de vibration des particules : les schémas d'allongement et de déformation. Les fréquences de vibration dépendent des atomes impliqués et du type de liaison considéré. Ainsi, les schémas de vibration et la fréquence associée permettent de déterminer différentes liaisons chimiques.

**Principe :**

Une molécule peut être représentée par un ensemble d'atomes liés entre eux par de liaisons chimiques. Sous l'action de l'agitation thermique, les molécules vont être animées de mouvements de translation, de rotation et de vibrations en ce qui concerne leurs liaisons chimiques.

Ces vibrations se font à différentes fréquences qui dépendent de la nature des liaisons ainsi que de leur environnement.

Il est à noter que la plupart des fréquences des vibrations moléculaires correspondent au domaine infrarouge du rayonnement électromagnétique. Ainsi si on irradie une molécule par une onde électromagnétique dans ce domaine, il y aura absorption de l'onde incidente à chaque fois que la fréquence de l'onde incidente sera égale à une des fréquences des vibrations de la molécule [88].



**Figure III.2 : Image de spectrophotomètre infrarouge.**

# **Chapitre IV :**

## **Résultats et Discussions**

## Chapitre. IV : Résultats et Discussions

### IV.1 Introduction :

Les nanoparticules d'argent ont été synthétisées par la synthèse verte à l'aide d'extrait de datte (Ghars) avec différente concentration de solution de nitrate d'argent (0.01M ; 0.05M ; 0.1M). Ces nanoparticules sont analysées par plusieurs méthodes:

### IV.2 Spectroscopie UV-Visible :

- ❖ La figure suivante représente le début et la fin de la réaction.



Le début de réaction



la fin de réaction

**Figure IV.1 : Aspect visuel des AgNPs dans le début et la fin de réaction.**

La formation des nanoparticules d'argent est indiquée par le changement de couleur de la solution du jaune pâle au brun, cela indique l'occurrence de la réaction [78].

- ❖ Les nanoparticules d'argent composites ont été marquées par spectrophotomètre UV dans la plage 300-800 nm comme on indique dans les figures pour les trois différentes concentrations.

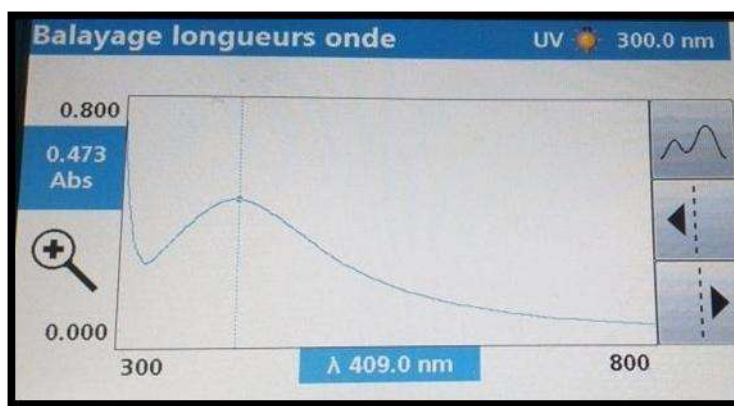


Figure IV.2 : Spectre UV-Visible de AgNPs synthétisés par l'extrait de datte à (0.01M).

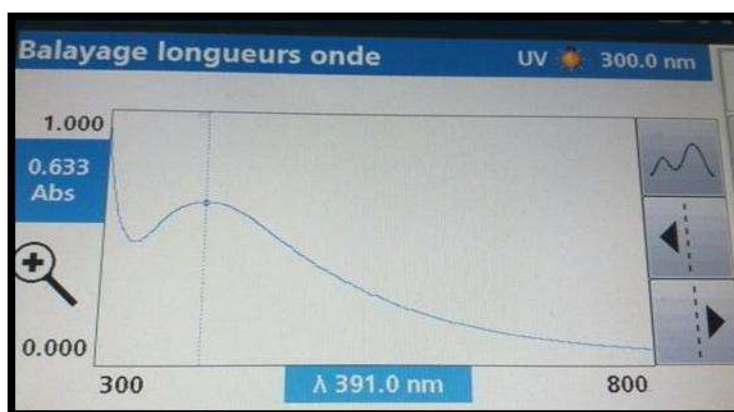


Figure IV.3 : Spectre UV-Visible de AgNPs synthétisés par l'extrait de datte à (0.05M).

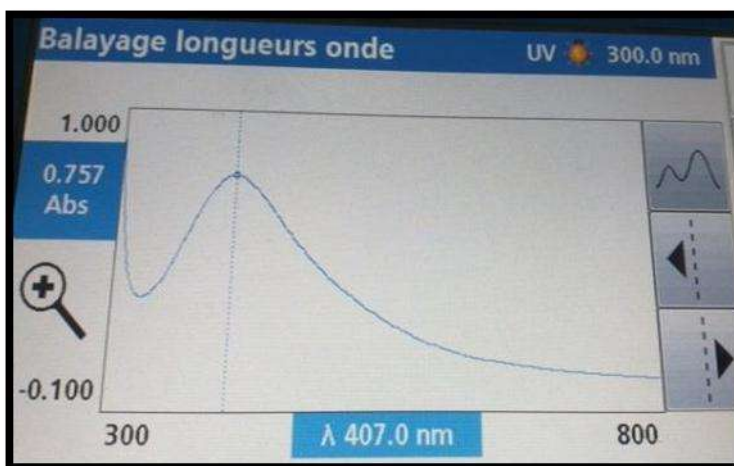


Figure IV.4 : Spectre UV-Visible de AgNPs synthétisés par l'extrait de datte à (0.1M).

Un pic caractéristique observé à chaque concentration (0.01M ; 0.05M ; 0.1M) :

On a la longueur d'onde 407 nm pour la concentration 0.01M, 391 nm pour la concentration 0.05M et 409 nm pour la concentration 0.1M,. Les formations de pics dans les échantillons sont principalement dues à la réduction du nitrate d'argent.

Ces observations indiquent clairement que les particules d'extrait de datte jouent un rôle important dans la réduction du nitrate d'argent en nanoparticules d'argent, et confirmer la possibilité de formation de nanoparticule d'argent.

Nous remarquons que l'augmentation de la concentration d'AgNO<sub>3</sub> mener à l'augmentation de l'absorbance.

#### **IV.4 Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) :**

Pour connaître les groupements fonctionnels de l'extrait de datte et des nanoparticules d'Ag par l'analyse FTIR à l'intervalle de nombre d'onde entre 450 et 4000 cm<sup>-1</sup>.

Les spectres ont signalé que la datte est riche en composée photochimique tel que les glucides (saccharose, glucose..), les acides phénoliques, les figures montre les structures certains photochimique présents dans les dattes comme on peut le voir ces composants contiennent des groups fonctionnels amide N-H attribuer les pics 2360cm<sup>-1</sup> et 2362cm<sup>-1</sup>, phénolique-OH dans les pics 3367 cm<sup>-1</sup> et 3338 cm<sup>-1</sup> et carbonyle C=O attribuer le pics 1637cm<sup>-1</sup> .

Les diminutions d'intensité des bandes à 3359 et 3338cm<sup>-1</sup> des NPs part rapport a cel d'extrait signifient l'implication de l'antibacte des groupes OH dans le processus de réduction [78] On remarque La disparition de la bande à 1100 cm<sup>-1</sup> de carboxyle C-O dans les spectres des NPs et ce la peut être due à la réduction d'Ag NO<sub>3</sub>.

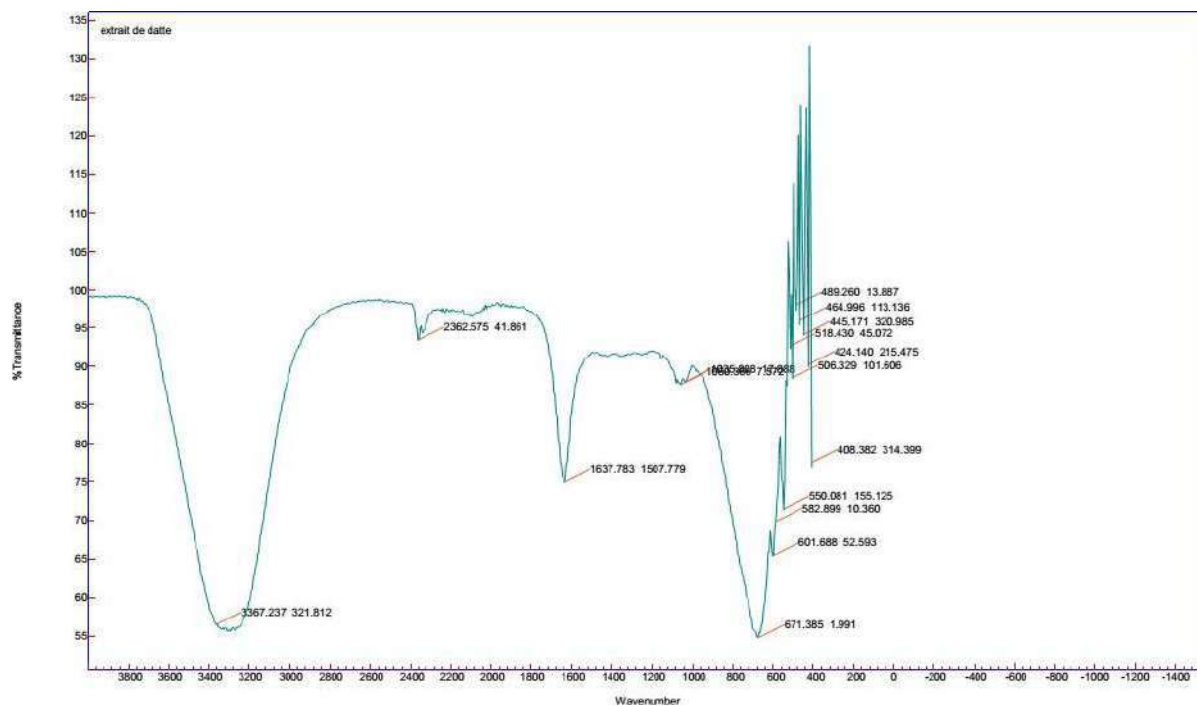


Figure IV.5 : Spectres FTIR d'extrait de datte.

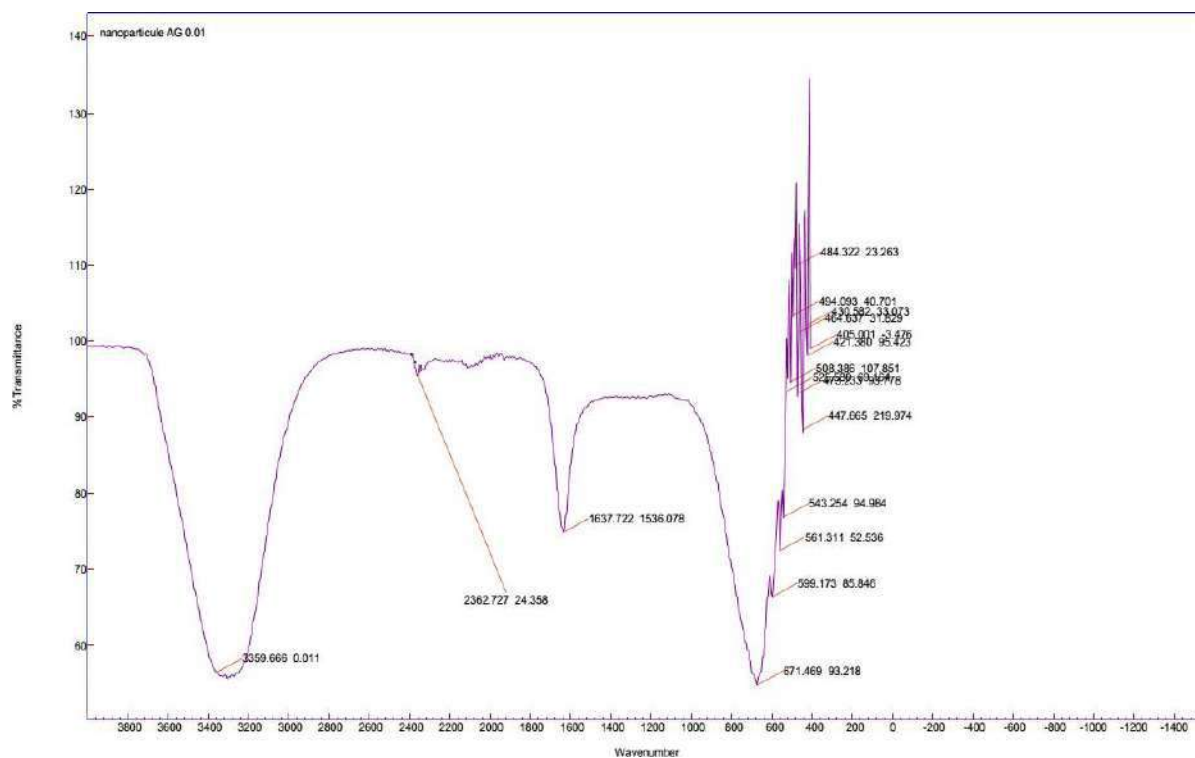


Figure IV.6 : Spectres FTIR de NPs d'Ag à 0.01M

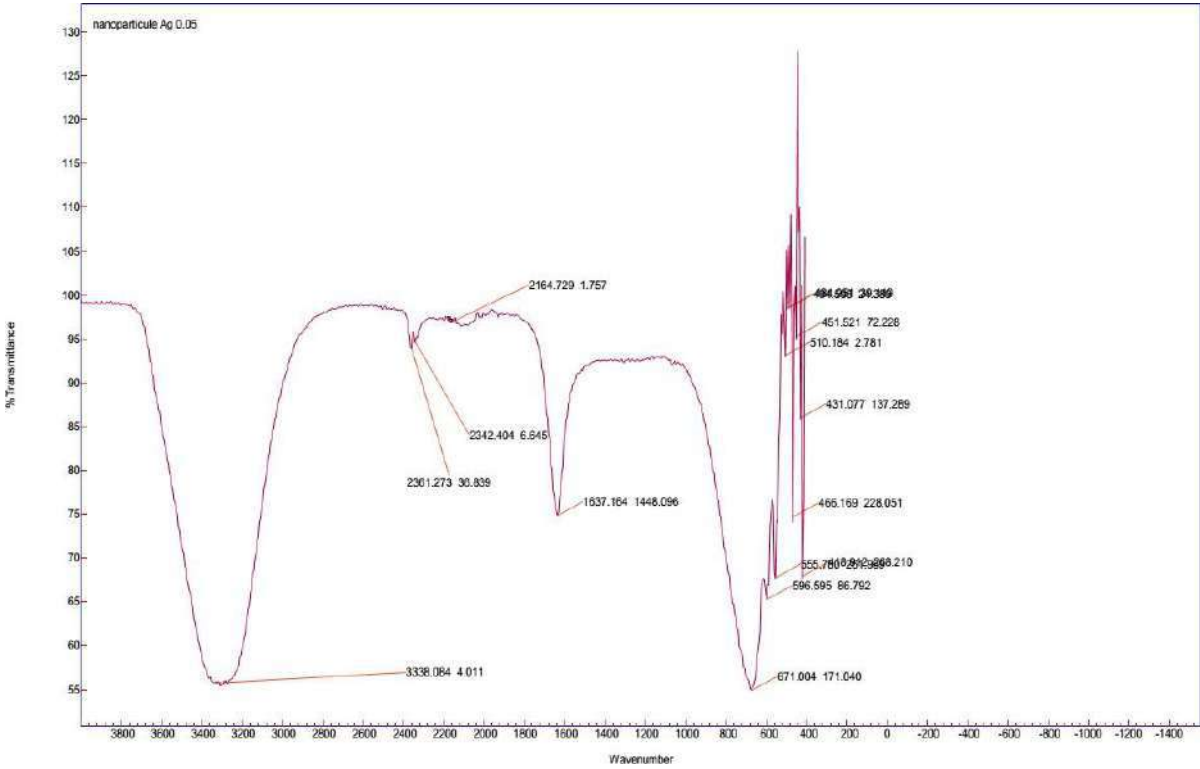


Figure IV.7 : Spectres FTIR de NPs d'Ag à 0.05M

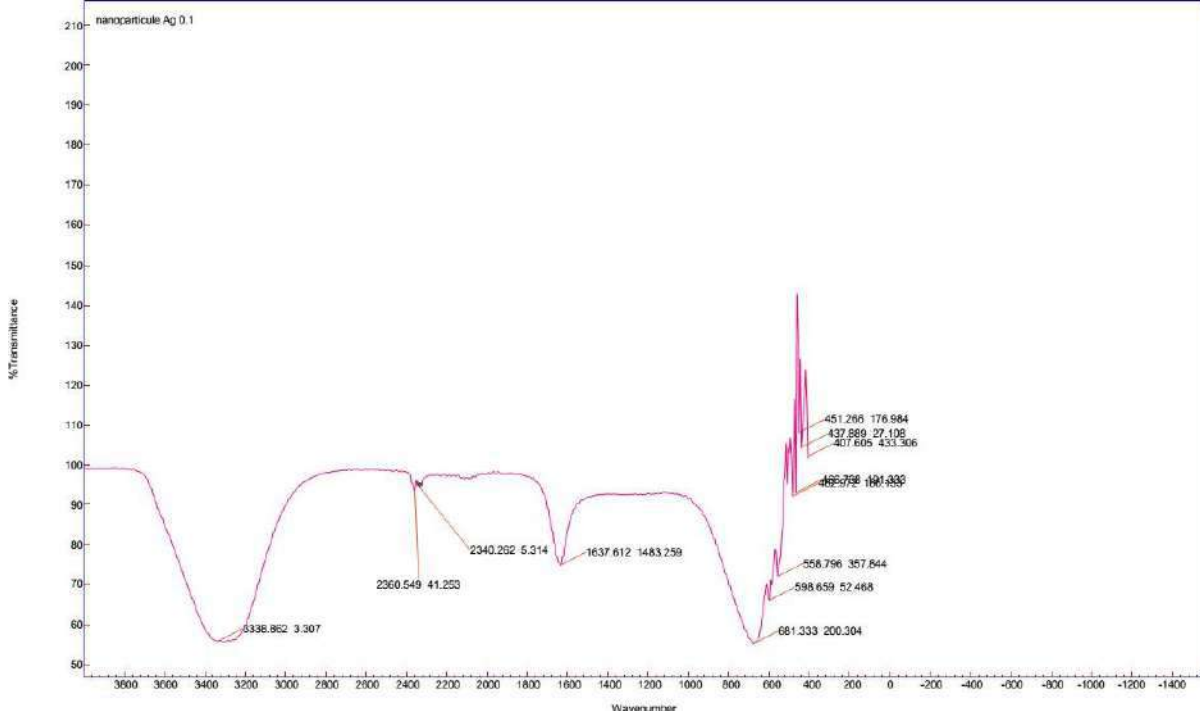


Figure IV.8 : Spectres FTIR de NPs d'Ag à 0. 1M.



# **Conclusion Générale**

### Conclusion générale

Récemment les synthèses chimiques et physiques des nanoparticules ne peuvent pas être développées facilement à une production à grande échelle en raison de plusieurs inconvénients tels que la présence de solvants organiques toxiques, la production de sous-produits dangereux et des composés intermédiaires et une forte consommation d'énergie.

Cela pourrait conduire à une augmentation de la réactivité et de la toxicité des particules, ce qui pourrait nuire à la santé humaine et à l'environnement en raison de la composition de l'ambiguïté et du manque de prévisibilité. Par conséquent, cela conduit à d'autres méthodes qui pourraient être plus respectueuses de l'environnement et peu coûteuse, non toxique et ne causent aucun dommage à la santé comme la biosynthèse.

Dans cette étude ont été synthétisées Les nanoparticules d'argent à partir de la synthèse verte en utilisant l'extrait de datte comme agent stabilisant pour la réduction du nitrate d'argent.

- Nous caractérisons les nanoparticules par l' UV-Visible , FTIR afin de confirmer leur formation, L'étude optique montre que l'apparition du pic UV-vis à entre (391 et 409 nm ) dans le spectre d'absorption confirme la possibilité de la formation des Ag NPs .
- les spectres FTIR ont montré les liaisons des différents composants comme les glucides, les polyphénols, les flavonoides...ect et la diminution de l'intensité de pic peut être confirmée la réduction d'AgNO<sub>3</sub>.
- Pour terminer cette étude et confirmer la taille des nanoparticules on utilise le DRX.

Les nanoparticules d'argent synthétisées par l'extrait de datte ont été étudiées pour leurs propriétés optiques et structurales, ces nanoparticules ont plusieurs applications donne les Applications biomédicales (antibactérienne) , Applications textiles(bloquant les rayons UV) , Industries alimentaires( emballage et Transformation alimentaire), Traitement environnemental(Désinfection de l'air et de l'eau ), Applications optiques(Les cellules solaires), Catalyse(Production d'hydrogène).

# **Références bibliographiques**

## **Références bibliographiques**

- [1] Iravani, S., Bacteria in Nanoparticle Synthesis: Current Status and Future Prospects. International Scholarly Research Notices, 2014, pp.1-18.
- [2] Khan A., Rashid R., Murtaza G., and Zahra A. A gold nanoparticles: synthesis and applications in drug delivery. Trop. J. Pharm. Res.,2014; 13 (7) 1169-1177.
- [3] Lee S H., Rho W. Y., Park S. J., Kim J., Kwon O. S., and Jun B. H. Multifunctional self-assembled monolayers via microcontact printing and degas-driven flow guided patterning. Sci. Rep.,2018; 8 (1) 16763.
- [4] Lee S H., and Jun B. H. Silver nanoparticles: synthesis and application for nanomedicine.Int. J. Mol. Sci.2019; 20 (4) 865.
- [5] Antonyraj C A., Jeong J., Kim B., Shin S., Kim S., Lee K. Y., and Cho J. K. Selective oxidation of HMF to DFF using Ru/calumina catalyst in moderate boiling solvents toward industrial production. J. Ind. Eng. Chem., 2013;19 (3) 1056-1059.
- [6] Frances N., Nikolay A. P., Michael J. F. B., Tim G., and Paul A. M. Novel one-pot synthesis and characterization of bioactive thiol-silicate nanoparticles for biocatalytic and biosensor applications. Nanotechnology,2009; 20 (5) 055612.
- [7] Biswal J., Ramnani S. P., Shirolikar S., and Sabharwal S. Synthesis of rectangular plate like gold nanoparticles by in situ generation of seeds by combining both radiation and chemical methods. Radiat. Phys. Chem.,2011; 80 (1) 44-49.
- [8] Ackerson C. J., Jadzinsky P. D., Sexton J. Z., Bushnell D. A., and Kornberg R. D. Synthesis and bioconjugation of 2 and 3 nm-diameter gold nanoparticles. Bioconjugate Chem., 2010;21 (2) 214-218.
- [9] Zoroddu M. A., Medici S., Ledda A., Nurchi V. M., Lachowicz J. I., and Peana M. Toxicity of Nanoparticles. Curr.Med. Chem.,2014 ; 21 (33) 3837-3853.
- [10] Zhang L., Bai R., Liu Y., Meng L., Li B., Wang L., Xu L., Le Guyader L., and Chen C. The dose-dependent toxicological effects and potential perturbation on the neurotransmitter secretion in brain following intranasal instillation of copper nanoparticles. Nanotoxicology,2012; 6 (5) 562-575.
- [11] Rajakumar G., Gomathi T., Thiruvengadam M., Rajeswari V. D., Kalpana V. N., and Chung I. M. Evaluation of anti-cholinesterase, antibacterial and cytotoxic activities of green synthesized silver nanoparticles using from *Millettia pinnata* flower extract. Microb. Pathog.,2017; 103 123-128.
- [12] Ahmed S., Ahmad M., Swami B. L., and Ikram S. A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: a green

expertise. J. Adv. Res.,2016; 7 (1) 17-28.

[13] Jin ES, Ghodake GS, Deshpande NG, Lee YP. Pear fruit extract-assisted room temperature biosynthesis of gold nanoplates. *Colloids Surf* 2010;75:584–9.

[14] Sanghi R, Verma P. Biomimetic synthesis and characterisation of protein capped silver nanoparticles. *Bioresour Technol* 2009;100:501–4.

[15] Ali, Z.A., Yahya, R., Sekaran, S.D. and Puteh, R.,. Green synthesis of silver nanoparticles using apple extract and its antibacterial properties. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2016, pp.1-6.

[16] Jose, Sr & Thomas, Femy.,. Photocatalytic degradation of methylene blue using iron oxide nanoparticles synthesized using *Annona muricata* leaf extract. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*.2020. 12, pp.46-51.

[17] Yin, I. X., Zhang, J., Zhao, I. S., Mei, M. L., Li, Q., & Chu, C. H.,. The Antibacterial Mechanism of Silver Nanoparticles and Its Application in Dentistry. *International Journal of Nanomedicine*,2020. 15, pp.2555-2562.

[18] R.P.[Feynman]. *There's Plenty of Room at the Bottom*.1960.

[19] Lise-Marie Lacroix. Thèse de doctorat. l'Institut National des Sciences Appliquées.(2008).

[20] L. Durán Pachón, G. Rothenberg, *Appl. Organometal. Chem. Transition-metal nanoparticles ;synthesis stability and the leaching issue* . 2008, 22, 288.

[21] G. Schmid, L. F. Chi, *Advance in chemistry a selection* .. 1998, 10, 515.

[22] W. Caseri, *Macromol. Rapid Commun. one-step synthesis of biocompatible gold nanoparticle using gallic acid in the presence of poly-(N-vinyl)* 2000, 21, 705.

[23] J. H. Kim, S. Lee, K. Kim, H. Jeon, R. W. Park, I. S. Kim, K. Choi, I. C. Kwon, *Chem. Commun. nanomaterial-based tools for protein Kinase bioanalysis* 2007, 1346.

[24] Delphine Sanhes Thèse de doctorat. Université Toulouse III – Paul Sabatier, *Chimie Organométallique et de Coordination*,2008.

[25] Benariba Mohamed Lamine. Thèse de magister. université mentouri de constantine département d'électronique.(2008).

[26] Stéphanie George, Nicolas Lamproye, « Caractérisation des nano-objets ». *Tech L'ingénieur*,2008.

[27] Ayesha Arshad.,. *Bacterial Synthesis and Applications of Nanoparticles. Nano Science & Nano Technology: an Indian Journal*,2017, 11(2), p.119.

[28] Jeevanandam, J., Barhoum, A., Chan, Y.S., Dufresne, A. and Danquah, M.K.,. Review on nanoparticles and nanostructured materials: history, sources, toxicity and regulations. *Beilstein journal of nanotechnology*, 2018; 9(1), pp.1050-1074.

[29] Boverhof, D. R., Bramante, C. M., Butala, J. H., Clancy, S. F., Lafranconi, M., West, J., & Gordon, S.C., *Comparative assessment of nanomaterial definitions and safety evaluation considerations. Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2015 ;73(1), pp.137-150.

[30] Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M. and Rizzolio, F.,. *The history of nanoscience and nanotechnology: From chemical–physical applications to nanomedicine. Molecules*,2020 ; 25(1), p.112.

- [31] M. Ricaud et O. Witschger «les nanomateux, definition ,risquestoxicologiques » Inst. Natl. Rech., pp.2012; 52.
- [32] <https://ogi.ctcpa.eu/upload/files/Marina-Guide-Inventaire-2017.pdf>
- [33] Zeyons, O.. Etudes des interactions physicochimiques et biologiques entre des nanoparticules manufacturées et des bactéries de l'environnement. Thèse de doctorat : Physicochimie. France : l'université Paris VI - Pierre et Marie Curie, 2008 ;p: 21.
- [34] D.E. Belfennache, Elaboration et étude de nanoparticules Au/TiO<sub>2</sub> et Ag/TiO<sub>2</sub>, [ Thèse de Doctorat], Département De Physique, Université Mentouri, Constantine, 2012, pp.5-6.
- [35] Badri Y. L'industrie des nanoparticules dans le domaine de la santé. Université de Lile 2. Faculté ingénierie et management de la santé (ILIS). Ingénierie de la santé health care business and recherche clinique,2018.
- [36] Chauval R.,. Application des nanoparticules d'argent en thérapeutique .Thèse de doctorat en pharmacie. Faculté de pharmacie université claud bernard lyon ,2018 ;1 ,105p.
- [37] Griffin, S., Masood, M.I., Nasim, M.J., Sarfraz, M., Ebokaiwe, A.P., Schäfer, K.H., Keck, C.M. and Jacob, C., Natural nanoparticles: A particular matter inspired by nature. Antioxidants, 2018;7(1), p.3.
- [38] Peters, A., Wichmann, H. E., Tuch, T., Heinrich, J., & Heyder, J., Respiratory effects are associated with the number of ultrafine particles. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, .1997;155(4), pp.1376-1383.
- [39] Morales, R. Nanomaterials – Do the benefits outweigh their risks,2018.
- [40] Bakshi, S., He, Z. L., & Harris, W. G. Natural Nanoparticles: Implications for Environment and Human Health. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2014;45(8), pp.861-904.
- [41] Lanone, S. and Boczkowski, J. Les sources de nanoparticules. Revue française d'allergologie, 2010 ;50(3), pp.211-213.
- [42] A. de l'Afsset, R.d.E. Collective, Évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement, La Doc. Fr, 3 (2010) 36-37.
- [43] E.-A. Moustafa, A. Noah, K. Beshay, L. Sultan, M. Essam, O. Nouh, Investigating theEffect of Various Nanomaterials on the Wettability of Sandstone Reservoir, World Journal of Engineering and Technology, Vol.03No.03 (2015) 11, p.117.
- [44] S. Foss Hansen, B.H. Larsen, S.I. Olsen, A. Baun, Categorizationframework to aid hazard identification of nanomaterials, Nanotoxicology, 1 (2007) 243-250.
- [45] EPA-Nanotechnology-White-Paper, Nanotechnology White Paper. Édit (Epa) USEPAWashington). (2007), p.120.
- [46] E. Gaffet, Nanomatériaux : différentes voies de synthèse, propriétés, applications et marchés, Actualité et dossier en santé publique, 64 (2008), p.22

- [47] Kumar, H., Venkatesh, N., Bhowmik, H. and Kuila, A. Metallic nanoparticle: a review. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 2018;4(2), pp.3765-3775.
- [48] A. Elkaïem, 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, Contantine, 2015, pp. 12-13.
- [49] Galdeano, S. Influence des conditions de broyage sur la distribution de nanoparticules magnétiques (Fe, Co) dans une matrice de cuivre (Doctoral dissertation, Paris 7) ,2001.
- [50] J.P. Saikia, S. Paul, B.K. Konwar, S.K. Samdarshi, Nickel oxide nanoparticles: a novel antioxidant, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 78 (2010) 146-148.
- [51] L. Marusak, *J. Phys. Chem. Solids* 41, 981 (1980).
- [52] K. Byrappa, N. Keerthiraj, and S. M. Byrappa, in *Handb. Cryst. Growth Second* (2015).
- [53] X. Wang, J. Song, J. Liu, and Z. L. Wang, "Direct-current nanogenerator driven by ultrasonic waves," *Science*, vol. 316, pp. 102-105, 2007.
- [54] K. Ellmer, "Past achievements and future challenges in the development of optically transparent electrodes," *Nature Photonics*, vol. 6, p. 809, 2012.
- [55] 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.
- [56] HettA *Nanotechnology: small matters many unknown*.2004
- [57] Iravani, S., "Green synthesis of metal nanoparticles using plants". *Green Chem*, 2011. 13: p. 2638-2650.
- [58] Mollick MMR, Rana D, Dash SK, Chattopadhyay S, Bhowmick B, Maity D, MondalD, Pattanayak S, Roy S, Chakraborty M.(2015). Studies on green synthesized silver nanoparticles using *Abelmoschus esculentus* (L.) pulp extract having anticancer (in vitro) and antimicrobial applications. *Arabian journal of chemistry*.
- [59] :C. Fong, D. Wells, I. Krodkiewska, P. G. Hartley, and C. J. Drummond, *Chem. Mater.* 18,594 (2006).
- [60] Sivaguru, P., & Bi, X. *Introduction to Silver Chemistry. Silver Catalysis in Organic Synthesis*. 2018, pp.132.
- [61] Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "Silver". *Encyclopedia Britannica*, 13 May. 2020, <https://www.britannica.com/science/silver>. Accessed 17 April 2021.
- [62] Hemmerlin, M., 2014. Toxicité de deux types de nanoparticules d'argent sur la cyanobactérie modèle: *Synechococcus elongatus* PCC 7942 (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- [63] M. Noruzi, D. Zare, K. Khoshnevisan, D. Davoodi, «Rapid Green Synthesis of Gold Nanoparticles Using *Rosa Hybrid* Petal Extract at Room Temperature ;» *Spectrochim Acta A*, p.

79:1461–5, 2011.

[64] Huang H, Yang X, Synthesis of Polysaccharide-Stabilized Gold and Silver Nano particles: A Green Method, *Carbohydr. Res.*, 339, 2627–2631, 2004.

[65] Djeghboub Widad, Nanoparticules d'or et d'argent deposees sur oxide de cerium synthétisées sous irradiation, Thèse de Magister, 99, 2010.

[66] Silva, G. A. Neuroscience nanotechnology: progress, opportunities and challenges. *Nature Reviews Neuroscience*, 2006 ; 7(1), pp.65-74.

[67] Ayesha Arshad. Bacterial Synthesis and Applications of Nanoparticles. *NanoScience & Nano Technology: an Indian Journal*, 2017; 11(2), p.119.

[68] Manoj Singh, S. Manikandan and A.K. Kumaraguru. Nanoparticles: A New Technology with Wide Applications. *Research Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 2011; 1, p.1-11.

[69] Iravani, S. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. *Green Chemistry*, 2011, 13(10), pp.2638-2650.

[70] Gnanasangeetha, D. and SaralaThambavani, D. One pot synthesis of zinc oxide nanoparticles via chemical and green method. *Res. J. Mater. Sci*, 2013, 2320, p.6055.

[71] Waris, A., Din, M., Ali, A., Afridi, S., Baset, A., Khan, A.U. and Ali, M.,. Green fabrication of Co and Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles and their biomedical applications: A review. *Open Life Sciences*, 2021 ;6(1), pp.14-30.

[72] Yusuf, M. Silver Nanoparticles: Synthesis and Applications. *Handbook of Ecomaterials*, 2019 pp.2343-2356.

[73] Syafiuddin, A., Salim, M.R., Beng Hong Kueh, A., Hadibarata, T. and Nur, H. A review of silver nanoparticles: research trends, global consumption, synthesis, properties, and future challenges. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 2017. 64(7), pp.732-756.

[74] Calderón-Jiménez, B., Johnson, M.E., Montoro Bustos, A.R., Murphy, K.E., Winchester,

M.R. and Vega Baudrit, J.R. Silver nanoparticles: technological advances, societal impacts, and metrological challenges. *Frontiers in chemistry*, 2017; 5, p.6.

[75] Srikar, S. K., Giri, D. D., Pal, D. B., Mishra, P. K., & Upadhyay, S. N. Green synthesis of silver nanoparticles: a review. *Green and Sustainable Chemistry*. 2016, 6(1), 34-56.

[76] Shah, M., Fawcett, D., Sharma, S., Tripathy, S. K., & Poinern, G. E. J Green synthesis of metallic nanoparticles via biological entities. *Materials*, 2015. 8(11), 7278-7308.

[77] Hassan PA, Kulshreshtha SK, "Modification to the cumulant analysis of polydisperse inquasielastic light scattering data", *Journal of Colloid and Interface Science*, 2006; **300**, 744–748,

[78] Farhadi et al.: Green Biosynthesis of Spherical Silver Nanoparticles *Acta Chim. Slov.* 2017, 64, 129–143

[79] Djerbi, M. (1994). *Précis de phoenicicultureurs*. F.A.O.Rome:52-58.



- [80] ELHOUMAIZI, M., SAAIDI, M., OIHABI, A., CILAS, C.,( 2002).Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morocco. *Genet. Resour.Crop Evol* N° 49,p. 483–490.
- [81] MESSAID , H.Optimisation du processus D'immersion- Réhydratation du système dattes sèches-jus d'Orange. Mémoire du diplôme de Magister. Université M'Hamed BOUGUERA-Boumerdès.2007 ;96p.
- [82] CRSTRA.Quelques variétés de dattes algériennes ; atout économique ; social et Nutritionnel.2014.34 p
- [83] Espiard E. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed . TEC/DOC.Lavoisier. Paris. , 2002 ; P :147-155.
- [84] Amellal H. Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes:formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de Doctorat Génie Alimentaire.Université de Boumerdès , 2008 127p.
- [85] Belguedj M. Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. 3D DossiersDocuments – Débats. Inra Algérie. Revue Annuelle N° 01 / 2002. 289 p.
- [86] Gnanamangai, B. M., Saranya, S., Ponmurugan, P., Kavitha, S., Pitchaimuthu, S., & Divya. Analysis of Antioxidants and Nutritional Assessment of Date Palm Fruits. In M. Naushad & E. Lichtfouse (Eds.), *Sustainable Agriculture Reviews 34: Date Palm for Food, Medicine and the Environment* .(2019). (pp. 19-40).
- [87] Echegaray, N., Pateiro, M., Gullón, B., Amarowicz, R., Misihairabgwi, J. M., & Lorenzo, J. M. (2020). *Phoenix dactylifera* products in human health – A review. *Trends in Food Science &Technology*, 105, 238-250.
- [88] A. de l'Afset, R.d.E. Collective, Évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement, *La Doc. Fr*, 3 (2010) 36-37.
- [89] H. Benyahia, Caractérisation structurale et optique de couches minces formées par des agrégats des nanocristaux de ZnO, Thèse de Doctorat, Département de physique, Mentouri, Constantine, 2012, p. 97