

وزارة البحث العلمي والتعليم العالي



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم



Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES

N° d'ordre : M2...../GC/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option : Génie Chimique

Thème

**Biosynthèse de nanoparticules (AgO -ZnO) à base d'extrait des  
plantes *Myrtus communis* et *Thymus vulgaris* et leurs  
applications**

Présenté par

1- Sekmache Imene

2- Djellal Fatima

Soutenu le 07/07/ 2022 devant le jury composé de :

Présidente : N. MESSAOUDI MCB

Université de Mostaganem

Examineur : M.C. TERKHI MCA

Université de Mostaganem

Rapporteur : K.A. BELHADJI MCB

Université de Mostaganem

Co-Encadreur F.Z BENKREIFA Dr

Université de Mostaganem

Année Universitaire 2021/2022

# REMERCIEMENTS

En préambule à ce rapport nous remercions ALLAH qui nous a aidé et nous a donnés la patience et le courage durant toutes nos années d'étude

Ce travail a été réaliser au laboratoire des Sciences et Technique de l'environnement et de la valorisation STEVA de la Université de Mostaganem sous la direction Professeur ADDOU Ahmed et ABDELMALEK Fatiha . Nous la remercions vivement de nous avoir acceptés dans son laboratoire.

. Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la faculté des Sciences DE LA TECHNOLOGIE de l'université de Mostaganem, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nous tenons à remercier Madame Belhadji A .notre encadrant de mémoire, pour tout le soutien, l'aide, l'orientation, ainsi que pour ses encouragements lors de la réalisation de ce travail. Je remercie sincèrement Dr Mohammed Cherif Terkhi et Nadia Messaoudi Qui a accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions tous les enseignants qui m'ont guidé durant les cinq années de formation surtout

Et nous n'oublions pas toutes les membres de laboratoire STEVA ainsi que les techniciens

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes frères : Abdou, Moussa, Tarek et Abd El Malek pour leur appui et leur encouragement,*

*. A ma sœur Hadjer Qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles.*

*. A mon marie cherif*

*A tous mes amis qui me sont chers Tous mes collègues de la promotion : 2021/2022*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,*

*En particulier à mon binôme Fatima un frère qui a toujours veillé à me soutenir.*

*Merci d'être toujours là pour moi*

imene

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes frères : Ayoub, Mohammed pour leur appui et leur encouragement,*

*. A ma sœur Nassira Qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles.*

*. A mon marie Abd El Bassit*

*A tous mes amis qui me sont chers Tous mes collègues de la promotion : 2021/2022*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,*

*En particulier à mon binôme Fatima un frère qui a toujours veillé à me soutenir.*

*Merci d'être toujours là pour moi*

**fatima**

# TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Dédicace .	
Liste des abréviations	
Résumé	
الملخص	
Abstact	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.	

## Chapitre 1 : Présentation des plantes..

1- Introduction .....	1
2- Connaitre les plantes médicinales en phytothérapie. ....	3
3- les constituants chimiques des plantes médicinales. ....	3
4- Classifications des plantes médicinales. ....	3
5-Présentation des plantes étudiées. ....	4
<b>- Thymus Vulgaris.</b>	
5-1 Généralité. ....	4
5-2 Origine. ....	4
5-3 Description. ....	4
6- classification. ....	5
7- Utilisation. ....	5
7-1 Le Thym en médecine. ....	5
8- Applications. ....	6
9- Myrtus Communis. ....	6
9-1 Généralité. ....	7
9-2 Origine. ....	7
9-3 Classification de la plante Myrtus Communis. ....	7
9-4 Les bienfaits du Myrte. ....	8
10- Utilisations. ....	8
10-1 Utilisation tradionnells et indications. ....	8
10-2 Utilisation industrielle. ....	9

## **Chapitre 2 : Généralité sur les nanoparticules.**

Introduction.....	10
1- Définition des nanoparticules. ....	10
2-1classification des nanoparticules. ....	11
2-1 Classification de nanoparticules en fonction de leur sources. ....	11
a-Origin naturelle. ....	11
a-1Biologique. ....	11
a-2 Minérale ou environnementale. ....	11
b-Origin humaine.....	11
3- Les nanoparticules d'argent. . ....	11
- sources des nanoparticules d'argent. ....	12
4- Méthode de synthèse des nanoparticules d'argent. ....	12
4-1 Méthode physique. ....	12
4-2 Méthode chimique. ....	12
4-3 Méthode biologique. ....	12
5- Application des nanoparticules AgO. ....	13
6- L'oxyde de Zinc. ....	14
7- Application de l'oxyde de zinc. ....	14
7-1 Oxyde Conducteur Transparent (TCO). ....	14
7-2 Diodes électroluminescentes. ....	15
7-3 Capteur de gaz. ....	15
7-4 Cellules photovoltaïques. ....	15
7-5 Piézoélectricité. ....	16
7-6 Varistances. ....	16
7-7 Argent de conservation. ....	16
7-8 Agent antimicrobien. ....	16

## **Chapitre 3: Matériels et Méthodes.**

- Introduction. ....	17
1-Matériel végétal. ....	17
2-Matériels. ....	18
3- La synthèse verte des NPs d'AgO . ....	19
3-1-Préparation des extraits des plantes. ....	19
3-2-Préparation de nitrate d'argent.....	19
3-3-Synthèse des NPs par extrait de Myrtus communis et Thymus vulgaris.....	19
3-4-Les paramètres influençant la formation des nanoparticules d'argent.....	22
a) Concentration d'AgNO <sub>3</sub> . ....	22
b) Temps de formation. ....	22
c) Effet de pH sur la formation d'Ag NPs. ....	23
4.1. La spectroscopie UV-Visible. ....	24

5 -Préparation des nanoparticules d'oxyde de zinc .	24
5-1 Préparation de l'extrait de feuilles.....	26
5-2-La synthèse verte des nanoparticules de ZnO.....	26
5-3 Activité photocatalytique contre le bleu de méthylène.....	26
6-capacité d'adsorption du Cr (VI) des NPs d'argent synthétisée .....	27
7-Activité antibactérienne des NPs d'Ag O et de ZnO .....	28

#### **Chapitre 04: Résultats et discussions.**

1-Effet de concentration d'AgNO <sub>3</sub> sur la formation des AgNPs.....	30
2- Effet de la concentration d'acétate de zinc sur la formation ZnO.....	30
3- Effet de pH sur la formation d'AgNPs.....	31
4-La cinétique de formation des AgNPs.....	33
5 -Activité photocatalytique contre le bleu de méthylène.....	34
6 -capacité d'adsorption du Cr (VI) des NPs d'argent synthétisée .....	36
7 -Activité antibactérienne. ....	38

## Liste Des Abréviations

**NPs:** Nanoparticules.

**R:** pourcentage d'élimination

**D:** le taux dégradation.

**C<sub>0</sub>:** la concentration au instant 0.

**C<sub>t</sub>:** la concentration au instant t.

**Ag NO<sub>3</sub>:** Nitrate d'argent.

**AgO NPs:** Nanoparticules d'argent.

**ZnO :** Acétate de zinc.

**ZnO NPs:** Nanoparticules de zinc.

**BM:** Bleu de Méthylène.

**Cr(VI):** chrome (VI).



## Liste des tableaux

**Tableau 01** : matériels de laboratoires utilisés

**Tableau 02** : classification botanique de *Myrtus communis*

**Tableau 03** : matériels de laboratoires utilisés

**Tableau 04** : les solutions préparées d'AgNO<sub>3</sub> à différentes concentrations

**Tableau 05** : Le changement de couleur de la solution de (5.10<sup>-3</sup>) M pendant 24h

**Tableau 06** : Les différents germes utilisés ainsi que leur code de référence

**Tableau 07** : regroupe les absorbances, les concentrations et le taux de dégradation du BM en présence des NPs ZnO synthétisés à partir du Myrte et Thym

**Tableau 08**: Diamètre des zones d'inhibition des NPs d'AgO synthétisés à partir des plantes Thym et Myrte ainsi que leurs CMI.

**Tableau 09**: Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.01g de nanoparticule et pour pH=4

**Tableau 10**: Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.02g de nanoparticule et pour pH=4

**Tableau 11**: Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.04g de nanoparticule et pour pH=4

**Tableau 12**: Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.01g de nanoparticule et pour pH=5

**Tableau 13**: Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.02g de nanoparticule et pour pH=5

**Tableau 14** : Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.04g de nanoparticule et pour pH=5

**Tableau 15**: Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.01g de nanoparticule et pour pH=7

**Tableau 16**: Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.02g de nanoparticule et pour pH=7

**Tableau 17**: Regroupent les absorbances et les concentrations ainsi que les ions su chrome restants en fonction du temps pour m= 0.04g de nanoparticule et pour pH=7

## Liste des figures

**Figure1** : *Thymus vulgaris*

**Figure 2**: Caractéristiques botaniques de *Myrtus communis*

**Figure 03** : Gamme de tailles des nanoparticules comparées à celles des principales structures chimiques et biologiques.

**Figure04** : photographie des plantes étudiées. (A) *Myrtuscommunis* (B) *Thymus vulgaris*

**Figure05** : Changement de couleur après addition de l'extrait avec la solution d'AgNO<sub>3</sub>

**Figure 06** :Le protocole de préparation de nanoparticules d'argent par extrait de feuilles

**Figure 07**:Les différentes concentrations des solutions d'Ag NPs préparées

**Figure 08** : Image d'un appareil pH-mètre.

**Figure 09**: Image d'un spectroscopie UV-Vis

**Figure 10** :Schéma représentant le protocole de synthèse des NPs ZnO

**Figure 11**:Activité photocatalytique contre le bleu de méthylène (a) Avant irradiation et (b) Après irradiation.

**Figure 12**: Spectres UV-Vis d'AgNPs via l'extrait de myrte à différentes concentrations d'AgNO<sub>3</sub> à différents moments.

**Figure 13** :Absorbance UV-vis de la solution de nanoparticules d'oxyde de zinc synthétisé avec différentes concentrations d'acétate de zinc

**Figure 14**: les spectres UV-vis des nanoparticules d'argent synthétisée à partir de l'extrait de myrte à différents pH 5, 7, 9 et 11.

**Figure 15** : : les spectres UV-vis des nanoparticules d'argent synthétisée à partir de l'extrait de thym à différents pH 5, 7, 9 et 11.

**Figure 16** : : Les spectres UV-Vis des AgNPs de solution ( $5.10^{-3}$ ) M au cours du temps différents.

**Figure 17:** : courbe d'étalonnage de bleu méthylène.

**Figure 18:** : Taux de dégradation (*D*) de *BMen* utilisant des *NPs* de *ZnO* synthétisée à partir d'extrait de thym sous irradiation solaire.

**Figure 19:** Taux de dégradation (*D*) de *BMen* utilisant des *NPs* de *ZnO* synthétisée à partir d'extrait de myrte sous irradiation solaire

**Figure 20:** courbe d'étalonnage de bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ )

**Figure 21** : les ion du chrome restantes *R* en fonction du temps à trois concentration différents (0.01, 0.02 et 0.04 g).

**Figure 22** : les ion du chrome restantes *R* en fonction du temps à trois pH différents (4,5 et 7).

**Figure 23** : Activité antibactérienne des *NPs* synthétisées à partir des extraits des feuilles de *Myrtus Communis* et *Thymus vulgaris* sur des souches bactériennes étudiées. Souches bactériennes.

**Figure 24:** Résultat des CMI des *NPs* d'*AgO* synthétisés à partir des feuilles de Thym sur les souches testées (clinique et référence) :

**Figure 25:** : Résultat des CMI des *NPs* d'*AgO* synthétisés à partir des feuilles de Myrte sur les souches testées (clinique et référence) :

# **Introduction générale**

### **Introduction générale :**

Les plantes médicinales sont à la fois un produit fini destiné à la consommation et une matière première pour l'obtention des substances bioactives qui sont à l'origine de plusieurs médecines modernes grâce à leur richesse en métabolites secondaires, notamment en composés phénoliques dotés de propriétés biologiques bénéfiques.

Aujourd'hui, l'avènement des nanosciences et des nanotechnologies est l'un des développements les plus prometteurs de la science des matériaux, concevant, caractérisant, et fabriquant des matériaux et produits obtenus en contrôlant la structure, la forme et la taille à l'échelle du nanomètre, et s'intéressent aux applications. (1-100nm). Ces métaux présentent des propriétés physico-chimiques nouvelles, plus avantageuses et uniques, très différentes de celles d'un même matériau à l'état massif ou atomique [1]. La science et l'industrie s'intéressent depuis 20 ans au développement de nanomatériaux dans divers domaines. Cela inclut les nano-objets (nanoparticules, nanotubes, nano-fibres), Des matériaux surfaciques et volumétriques et divers procédés (physiques, chimiques, biologiques) permettent leur fabrication [2]. Les agrégats métalliques de taille nanométrique sont connus et utilisés depuis des siècles. De manière générale, les métaux précieux tels que l'argent (Ag), et le zinc (Zn métaux moins précieux) ou les métaux précieux sont des éléments chimiques de métaux rares très résistants à la corrosion et à l'oxydation, d'où l'appellation "métal précieux". A l'échelle du nanomètre, ces métaux possèdent d'excellentes propriétés optiques associées aux phénomènes de résonance plasmon et sont utilisés dans de nombreuses applications. Par conséquent, les nanoparticules métalliques sont largement utilisées pour des applications dans divers domaines tels que la biomédecine, l'industrie chimique, l'électronique, les gènes de délivrance de médicaments, les biocapteurs, etc [3]. L'intérêt d'étudier ce type de métaux réside avant tout dans leurs propriétés physico-chimiques extraordinaires (électricité, optique, thermions, électrons, etc.). Ces propriétés dépendent fortement de la taille et de la forme des nanoparticules produites. Par conséquent, il est très utile de contrôler ces deux paramètres dans un procédé de synthèse en fonction de l'utilisation envisagée, comme l'action photocatalytique (effet plasmonique dans la réaction photocatalytique) ou la biologie de l'activité antibactérienne [4].

Par conséquent, dans ce contexte, notre travail vise à proposer un procédé de production de nanoparticules d'argent de manière verte, simple, rapide et propre pour l'environnement et les

manipulateurs. Pour répondre à ces critères, l'AgO NP et le ZnO NP ont été synthétisé à partir d'extraits de feuilles de myrte et de thym et caractérisé par des UV visibles sur ces nanoparticules pour apporter une activité anti-oxydante sur les nanoparticules d'argent synthétisées et a montré qu'il avait un effet antibactérien.

Ce mémoire comporte deux parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale. Le but du premier chapitre est de présenter d'abord les plantes étudiées et leurs utilisations et leurs classifications végétales.

Le chapitre 2 est destiné à présenter d'abord l'histoire, les propriétés et les applications des nanoparticules d'Ag et de Zn, en particulier la biosynthèse des nanoparticules.

Le chapitre 3 présente la partie matérielle et méthodes utilisés au laboratoire et la caractérisation de la synthèse des nanoparticules.

Le dernier chapitre (04), discute et présente les résultats obtenus au cours de ce travail. Ce mémoire est achevé par une conclusion.

**1- Introduction:**

Les plantes médicinales sont des produits finis destinés à la consommation et des matières premières pour l'obtention de substances biologiquement actives qui sont à l'origine de nombreux médicaments modernes car riches en métabolites secondaires.

**2-Connaitre les plantes médicinales en phytothérapie :**

A l'origine la phytothérapie tire ses principes de la phytologie, qui est l'étude des plantes. On ne pourrait faire une application thérapeutique des plantes sans avoir au préalable fait l'étude de celle-ci. En effet, les plantes médicinales bien utilisées ont de nombreuses vertus, il ne faut pas oublier qu'une plante mal utilisée peut être toxique, et qu'une partie d'une plante peut soigner un trouble particulière tandis qu'une autre partie de cette même plante peut être dangereuse pour la santé. [5].

Grace à sa situation géographique, relief, sa grande variété de climats et de sols, l'Algérie possède une flore variée dans les régions côtières montagneuse, les hautes plateaux, la steppe et les oasis sahariennes : on y trouve plus de 300 espèces sont utilisée en médecine.[6].

**3- Les constituants chimiques des plantes médicinales :**

C'est d'abord la chimie dite, d'extraction, qui a permis d'obtenir les principes actifs issus des plantes. La chimie de synthèse par la suite, permis de reproduire et de reconstituer ces principes végétaux en prenant modèle sur la plante. Les substances végétales actives, présentes à faible dose dans les plantes, peuvent jouer différent rôles :

- ✓ Favoriser leur croissance
- ✓ Améliorer leurs échanges avec le milieu environnement
- ✓ Se défendre contre les insectes, les bactéries ou les champignons.[7].

**4-Classification des plants médicinales:**

La classification des plantes médicinales peut se faire en fonction de nombreux intérêts.

Classification botanique (systématiques).

Classification thérapeutiques (action physiologique).

Classification chimique (nature de principe actif : alcaloïdes...etc).

Classification commerciale (intérêt commercial) .[7].

## 5-Présentation des plantes étudiées:

### 1- *Thymus vulgaris* :

#### 5.1 Généralité :

Le genre *Thymus* est un des 220 genres les plus diversifiés de la famille des labiées, avec pour centre de diversité la partie occidentale du bassin méditerranéen .[8]. . Elles sont connues pour leurs huiles essentielles aromatiques. L'espèce la plus connue et sans conteste le *Thymus vulgaris*, localement connue sous le nom « zaatar ».

Le nom « *Thymus* » dérive du mot grec « *Thymos* » qui signifie parfumer à cause de l'odeur agréable que la plante dégage. L'espèce *Thymus vulgaris* est un élément caractéristique de la flore méditerranéenne, connu surtout pour ses qualités aromatiques, elle a aussi de très nombreuses propriétés médicinales .[9].

#### 5.2 Origine :

Le thym est indigène de l'Europe du sud. Il est rencontré depuis la moitié orientale de la péninsule ibérique jusqu'au sud-est de l'Italie, en passant par la façade méditerranéenne française. Il est maintenant cultivé partout dans le monde comme thé, épice et plante médicinale .[10].

#### 5.3 Description :

Plante herbacée, souvent velue. C'est un petit sous-arbrisseau vivace, touffu dont les rameaux sont très aromatiques, de 7 à 30 cm de hauteur qui ont un aspect grisâtre ou vert grisâtre.



Figure1 : *Thymus vulgaris*



**Tige :** Elle est généralement quadrangulaire, souvent renflée aux nœuds. Elle est ligneuse à la base, et herbacée supérieurement ou elle devient presque cylindrique. Les tiges ligneuses très ramifiées sont groupées en touffe ou en buisson très dense

**Feuilles :** Elles sont très petites, ovales, à bord roulé. En dessous, les nervures latérales sont distinctes, obtuses au sommet, ponctuées supérieurement, aux pétioles extrêmement courts, et blanchâtres à leurs faces inférieures opposées, disposées en paire et se croisant d'un nœud à l'autre.

**Racines :** Les racines sont pivotantes, ce qui permet à la plante d'aller chercher l'eau en profondeur.[11].

### 6- Classification :

**Tableau n°01** suivant : représente la classification botanique de *Thymus vulgaris* Tableau 1. Classification botanique de thym [8].

Règne	plantes
Sous règne	Plantes vasculaire
Classe	dicotylédones
Sous classe	dialypétales
Ordre	labiales
Famille	lamiacées
genre	thymus
espèce	<i>Thymus vulgaris</i>

## 7. Utilisation :

### 7.1. Le Thym en médecine :

Le Thym était couramment cultivé en Angleterre, mais il était avant tout considéré comme une plante médicinale traitant les affections respiratoires, et non comme un aromate. De nos jours, il est certes mieux connu dans les cuisines mais bénéficie d'un regain d'intérêt pour ses qualités médicinales. L'usage thérapeutique du thym est autorisé en Allemagne où il est agréé pour traiter « les symptômes de bronchite, de toux sèche et de catarrhe des voies aériennes supérieures ». L'infusion est préparée en jetant une cuillère à soupe de feuilles sèches dans l'eau frémissante. De nombreuses préparations phytopharmaceutiques renferment du thym. Le principal constituant de son huile essentielle, le thymol, est un antiseptique puissant, largement utilisé avant l'essor des antibiotiques, dont l'odeur et la saveur sont connues de tous : c'est un ingrédient usuel des bains de bouches médicaux.[12].

## 8- Application :

Préparer en infusion à raison d'une cuillerée à café dans une tasse d'eau à consommer trois fois par jours, il est résolutif et calme la toux. Il soulage également les crampes et agit comme un déodorant. Il complète les gargarismes et les bains dans les cures d'amaigrissement. Les tiges fraîches servent à obtenir l'essence de thym, riche en thymol et utilisée en odontologie et dans l'industrie cosmétique pour fabriquer des dentifrices des bains de bouche. Le Thym est une herbe aromatique qui sert à parfumer les sauces, la charcuterie et les conserves de poisson .[13].

## 9- *Myrteuse communise* :

### 9-1. Généralités

Le genre *Myrtus* est à la fois le type botanique d'une grande famille végétale, La famille des Myrtaceae Jussieu, la huitième plus grande famille de plantes à fleurs, en comptant plus de 140 genres et environ 5 600 espèces (Kew Garden check-list). La classification APGIII (2009) et les travaux récents de Soltis *et al.* (2011) classent la famille des *Myrtaceae* au sein des clades suivants: les Angiospermes, les Eudicotyledoneae, les Rosidae, les Malvidae et enfin l'ordre des Myrtilles .Au sein des Myrtaceae, on trouve des arbres et des arbustes très fréquemment producteurs d'huiles aromatiques (*Eucalyptus*, *Melaleuca*, *Myrtus*...) à usage thérapeutique ou pour la parfumerie, avec également production de fruits (*Eugenia* ou *Psidium* dont fait partie le goyavier) ou d'épices (*Syzygium* dont le giroflier).

Le myrte est un arbuste originaire du bassin méditerranéen. De taille modeste, 1 à 3 m de haut, son port est dense, parfois compact ou étalé. La tige est recouverte d'une écorce fibreuse et lisse.

### 9-2 Origine :

Le genre *Myrtus* est le seul genre qui soit indigène en Méditerranée et au Sahara. Au sein de cette famille d'affinité tropicale, *Myrtus communis* L. a une distribution circumméditerranéenne, puisqu'il s'étend en Micronésie (Açores et Madère), mais aussi en zone irano-touranienne (montagnes de l'Alborz, du Zagros et région de Kerman en Iran), et même, peut-être, en Asie (en Afghanistan voire au Pakistan) (figure 2). En Algérie, il pousse spontanément sur l'Atlas tellien et les régions côtières d'Alger et de Constantine, où il est connu sous le nom de «rihan» ou «Mersin» (Quézel et Santa, 1962). D'innombrables variétés de myrtes ont été décrites par de nombreux botanistes. Cependant, cela reflète plus le polymorphisme foliaire du myrte commun, que sa phylogénie. Ainsi, il n'existe officiellement qu'un seul autre taxon au sein du genre *Myrtus* : il s'agit du myrte de Nivelles ou *Myrtus nivellesii* [14].



**Figure 2:** Caractéristiques botaniques de *Myrtus communis*. [14].

### 9-3 Classification de la plante *Myrtus communis* :

Ce classement se réfère à la classification botanique antérieure.[15]., résumé dans le tableau n°02

**Tableau n°02** : classification botanique de *Myrtus communis*. [16].

Règne	Plantae
Sous-règne	Tacheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceae

### 9-4 Les bienfaits du myrte :

Décongestionnante respiratoire, veineuse, lymphatique et prostatique. Grâce à sa richesse en alpha pinène et en limonène, l'huile de **myrte** vert tonifie les parois veineuses et contribue à améliorer la circulation sanguine et lymphatique.[17].

### 10-Utilisation :

#### 10-1Utilisations traditionnelles et indications :

Le myrte commun occupe une place importante dans l'histoire, il était réputé pour son action antiseptique. Hippocrate (médecin grec, vers 377 av. J.C.) utilisait ses baies contre les métrorragies. Dioscoride et Pline (médecins latins du 1er siècle ap. JC) indiquaient de nombreuses applications médicales. Ainsi, les feuilles écrasées s'appliquaient sur les ulcères. La poudre de feuilles est utilisée pour préparer, un cérat contre les panaris et les maladies des ongles, et administrée contre les pertes séminales et les sueurs cardiaques. Les fleurs sont utilisées pour faire noircir les cheveux. Les fruits verts ou desséchés s'employaient contre les hémorragies; bouillis dans le vin comme vulnéraire et astringent externe. Le suc des baies était utilisé comme stomachique et diurétique. Les graines sont employées contre les affections osseuses.[18].

En Algérie, les feuilles de *Myrtus communis* L. sont utilisées comme remède contre les affections des voies respiratoires. Les préparations à base de plantes sont préconisées contre les bronchites, les sinusites, les otites, les diarrhées et les hémorroïdes. Les fruits constituent un remède contre la dysenterie, l'entérite et les hémorragies [19].

Le myrte est connu en Algérie pour ses propriétés anti-inflammatoires et hypoglycémiantes [20].

#### **10-2 Utilisation industrielle :**

De nos jours, le myrte est devenu un produit qui pourrait être qualifié d'identitaire. Il va permettre dans différents domaines, que ce soit l'alimentation ou la cosmétique, de donner un caractère identitaire au produit. C'est pour ces raisons que l'on retrouve en plus de la traditionnelle liqueur de myrte, des cosmétiques à base de myrte, mais également des produits alimentaires tels que pâtés, bières, etc.... aromatisés au myrte .[21].

## Introduction :

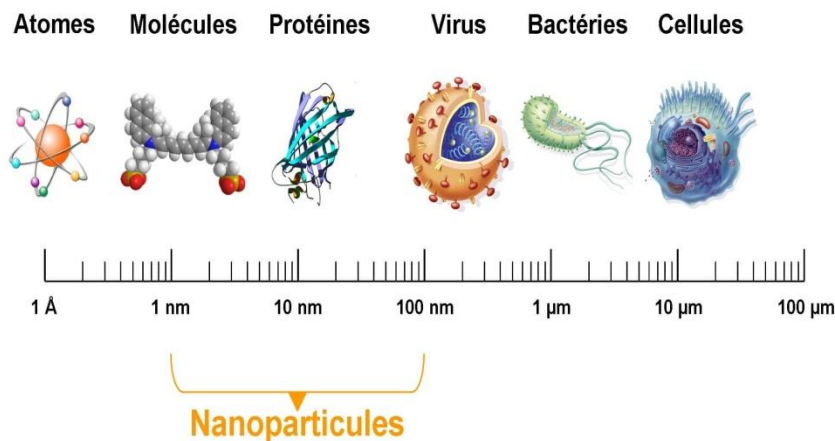
Depuis la découverte des particules fines comme les nanoparticules, l'homme a utilisé ces produits dans plusieurs secteurs industriels et crée une nouvelle technologie.

Dans ce chapitre nous allons définir la nanoparticule, les nanotechnologies et le nano monde...etc. Ensuite nous citerons les générations des nanotechnologies, des exemples utilitaires d'utilisation les nanoparticules et ses secteurs industriels. De plus nous classerons les nanoparticules. Enfin nous définirons les propriétés de nanoparticules NPs d' Ag et ZnO.

### 1-Définition des nanoparticules :

Les nanoparticules (NPs) sont des agrégats de petites molécules de taille nanométrique (dimension entre 1 et 100 nm) constitués de quelques centaines à quelques milliers d'atomes. La taille nanométrique augmente la surface de contacts entre les matériaux, ce qui leur confère une plus grande réactivité [22].

C'est un agglomérat des millions d'atomes qui forment une molécule dont la dimension est comprise entre 5 et 200 nm (Faraji et Wipf 2009) ou plus globalement inférieure à 1 $\mu$ m. Les tailles des nanoparticules sont donc du même que les protéines et les virus (Figure 03) [23].



**Figure n°03** : Gamme de tailles des nanoparticules comparées à celles des principales structures chimiques et biologiques .[23]. .

**2-Classification des nanoparticules :****2-1-Classification de nanoparticules en fonction de leurs sources :****a- Origine naturelle :****a-1 Biologique :**

Dont l'ADN - diamètre de l'ordre de 2,5 nm, plusieurs bactéries - 30 nm à 10 µm, plusieurs virus 10 à 60 nm).

**a-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.

**b-Origine humaine :**

Les « engineered nanoparticules », 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 « bulk nanoparticules » : le noir de carbone, la fumée de silice, la fumée d'huile, le « smog » et les particules diesel...etc .[24].

**3-les nanoparticules d'argent:****Sources des nanoparticules d'argents**

Les nanoparticules d'argents, sont des objets relativement fréquents produites soit à partir du métal naturel, soit à partir de l'argent ionique [25].

Ils existent en effet différentes sources de production des nanoparticules d'argent:

- Les sources naturelles de l'argent est son extraction des gisements miniers contenant de L'argentite (Ag) ou en association avec d'autres éléments sulfurés (ex. nickel, cuivre).
- Les sources accidentelles (feux de bois, gaz d'échappement de véhicule, freinage,...),
- Sources industrielles : ex. émissions et rejets industriels.

## **4-Méthodes de synthèse des nanoparticules d'argent**

### **4-1 Méthodes physiques**

Les méthodes mécaniques, telles que l'homogénéisation et le broyage ont été utilisées pour préparer des nanoparticules d'argent pour application antimicrobienne. Cependant, les nanoparticules d'argent obtenues ont formé des agrégats et ont montré un mauvais effet bactéricide et inhibiteur. Dans les procédés physiques récents, les nanoparticules d'argent sont généralement synthétisées par évaporation-condensation.[26].

### **4-2 Méthodes chimiques**

Les méthodes chimiques de préparation de nanoparticules d'argent incluent la réduction chimique en solution aqueuse ou organique, la réduction électrochimique, la voie micellaire inverse, la réduction biochimique...etc.

De par sa simplicité, la synthèse de nanoparticules par réduction chimique est la technique la plus utilisée pour former des solutions colloïdales de nanoparticules métalliques.

De plus, parmi toutes les techniques de synthèse, elle offre probablement le meilleur contrôle de taille et de forme[27]. Elle repose principalement sur l'utilisation de trois composants, soit : un précurseur métallique, un agent réducteur et un agent stabilisant [28].

### **4-3 Méthodes biologiques**

Les méthodes chimiques permettent la préparation des nanoparticules de taille uniformes et contrôlables ; cependant elles emploient des solvants organiques présentant des risques potentiels pour l'environnement [29]. En outre, la réduction biologique est développée comme une méthode prometteuse en raison de ses 'avantages particuliers tels que des sources suffisantes de matériaux, des conditions de réaction modérées, et une bonne dispersion des nanoparticules ainsi que l'absence d'additifs chimique set des sous-produits chimiques [30].

Il a donc été nécessaire de recourir aux méthodes biologiques pour développer une approche respectueuse de l'environnement pour la synthèse des nanoparticules d'argent en utilisant des microorganismes[29] des enzymes et des plantes ou des extraits de plantes [30].



### 5. Applications des nanoparticules AgO :

En raison de leurs propriétés spécifiques, les nanoparticules d'argent (NPs Ag) ont été employées intensivement dans des outils de ménage, l'industrie de soins de santé, et dans le stockage et l'emballage de nourriture, et elles ont aussi des applications biomédicales. L'argent est employé dans l'industrie alimentaire pour éviter les contaminations microbiennes et prévenir l'apparition d'un goût métallique[31].

Les emballages antibactériens sont utilisés pour empêcher la contamination bactérienne dans les produits alimentaires. Si des nano composites antimicrobiens à base d'argent sont incorporés dans des matériaux d'emballage, la contamination microbienne en réduisant le taux de croissance des micro-organismes. des chercheurs ont essayé d'incorporer des nanoparticules d'argent dans les matériaux d'emballage tels que du papier filtre, du polyéthylène basse densité (LDPE), et le poly (méthacrylate de méthyle) [32].

Les nanoparticules d'argent ont été utilisées dans les stations d'épuration pour le traitement des eaux usées et ont montré une activité antibactérienne intéressante. La dispersion d'argent sur les surfaces de la membrane a amélioré l'activité antimicrobienne contre *E. coli* et *S. aureus*. Les résultats de cette recherche ont confirmé que la membrane Ag- PES peut inhiber presque la croissance bactérienne à 100% [33]. Les symptômes de maladies liées à l'eau telles que la diarrhée et la déshydratation peuvent être réduits par l'amélioration de la qualité de l'eau potable .

Elles sont utilisées en tant qu'agents antimicrobiens dans les pansements pour empêcher les infections de blessure, et en tant qu'agents anticancéreux[34].

Les nanoparticules d'argent sont aussi utilisées comme additif antimicrobien dans les ciments osseux poly (méthacrylate diméthyle) (PMMA) [35].

L'argent imprégnés dans Les dispositifs implantables, et les masques chirurgicaux indiquent une efficacité antimicrobienne importante.

L'argent est doté également d'une activité cytoprotectrice des cellules de l'infection par le VIH- ne peut être contrôlée[36].

## 6. L'oxyde de zinc:

L'oxyde de zinc est un composé inorganique de formule moléculaire ZnO. Il se présente sous la forme d'une poudre blanche et est presque insoluble dans l'eau. La poudre de ZnO est largement utilisée comme additif dans de nombreux matériaux et produits, notamment la céramique, le verre, le ciment, le caoutchouc (par exemple, les pneus de voiture), les lubrifiants, les peintures, les pommades, les adhésifs, les plastiques, les mastics, les pigments, les aliments (source de nutriments Zn), batteries, ferrites et ignifuges. Dans la croûte terrestre, le ZnO est présent sous forme de minéral de zincite, mais la plupart du ZnO utilisé à des fins commerciales est produit par synthèse. Le ZnO est souvent appelé semi-conducteur II-VI en science des matériaux car le zinc et l'oxygène appartiennent aux 2e et 6e groupes du tableau périodique. Le semi-conducteur ZnO possède plusieurs propriétés uniques telles qu'une bonne transparence, une mobilité électronique élevée, une large bande interdite et une forte luminescence à température ambiante. Ces propriétés expliquent ses applications dans les électrodes transparentes des écrans à cristaux liquides et dans les fenêtres à économie d'énergie ou de protection contre la chaleur et d'autres applications électroniques. L'oxyde de zinc (wurtzite, p63m) est connu comme semi-conducteur à large bande interdite avec une énergie de bande interdite de 3,3 eV à température ambiante (RT). De nos jours, les propriétés uniques des nanomatériaux ont motivé les chercheurs à développer de nombreuses techniques plus simples et peu coûteuses pour produire des nanostructures de matériaux technologiquement importants. Plusieurs nanoparticules d'oxydes métalliques sont produites avec des applications futures possibles. Parmi eux, l'oxyde de zinc est considéré comme l'un des mieux exploités aux nanodimensions. La large bande interdite et la grande énergie de liaison excitonique ont rendu l'oxyde de zinc important à la fois pour les applications scientifiques et industrielle[37].

## 7. Application de l'oxyde de zinc

Grâce à ces propriétés semi-conductrices, optiques et catalytiques, l'oxyde de zinc en poudre ou en couches minces est utilisé dans une variété d'applications dans différents domaines.

### 7.1 Oxyde Conducteur Transparent (TCO)

Les propriétés de transparence à la lumière visible et la bonne conductivité électrique sont très intéressantes pour les dispositifs optoélectroniques nécessitant des électrodes transparentes.

L'oxyde de zinc est aussi envisagé comme matériau support dans les cellules solaires. En utilisant une surface nanostructurée de ZnO comme support, on peut envisager d'augmenter la surface effective de la cellule et d'en améliorer le rendement[38].

### 7.2 Diodes électroluminescentes

Une diode électroluminescente (LED : Light Emitting Diode) est un composant optoélectronique transformant l'électricité en lumière. Dans le domaine des diodes électroluminescentes (LED), l'oxyde de zinc est un candidat intéressant à cause de sa valeur de gap 3,37 eV qui se situe dans l'ultraviolet (UV). Cette propriété permettrait l'obtention des diodes émettant dans le spectre UV. La possibilité de générer de la lumière laser à partir des nano fils du ZnO permet également d'envisager la réalisation de nano laser. La possibilité de doper le ZnO par d'autres éléments tels que Mg permet de moduler la valeur du band-gap et ainsi obtenir des lasers ou des diodes avec des valeurs de band-gap prédéfinies[39].

### 7.3 Capteur de gaz

La détection de gaz est devenue un outil très important aussi bien dans l'industrie que dans la vie quotidienne. La détection de gaz est basée sur l'effet de l'interaction gaz-solide et plus particulièrement sur l'adsorption des molécules de gaz sur une surface d'une couche sensible provoquant un changement de la conductivité électrique du détecteur. Des capteurs de gaz à base de l'oxyde de zinc (ZnO) ont été utilisés pour la détection de méthanol et l'éthanol[40]. du monoxyde de carbone (CO) [41] ,[42].

### 7.4 Cellules photovoltaïques

La conversion directe de l'énergie électromagnétique en énergie électrique est l'effet photovoltaïque. La conversion photovoltaïque nécessite l'utilisation d'une "couche absorbante" ou couche photoconductrice, qui transforme le rayonnement lumineux et est ensuite collectée en réalisant une jonction à la surface de cette couche absorbante. Dans les cellules solaires, l'oxyde de zinc est envisagé comme matériau de support[43].L'une des méthodes permettant d'accroître l'efficacité des cellules photovoltaïques consiste à incorporer des nano fils de ZnO dans celles-ci en tant que semi-conducteurs afin d'augmenter la surface de la couche active en contact avec la lumière. De plus, l'hybridation de ces nano fils avec des couleurs pourrait agrandir leur spectre d'absorption, ce qui rendrait également ces cellules plus efficaces [44].

### 7.5 Piézoélectricité

L'oxyde de 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'oxygènes et de zinc forment des tétraèdres symétriques non centrés, ce qui engendre un décalage du centre de charge lors des déformations induites par des forces externes. Ce déséquilibre a pour conséquence l'apparition du moment dipolaire. Cette polarisation se propage dans tout le cristal du fait de sa périodicité créant ainsi une différence de potentiel entre les faces. La piézoélectricité du ZnO a été étudiée et a trouvé des différents domaines d'applications, les nano générateurs d'électricité, les dispositifs à onde acoustique[45].

### 7.6 Varistances

La varistance est un composant dont la résistance varie avec la tension appliquée. Elle est placée entre l'alimentation et l'installation électrique d'une maison. Elle est utilisée pour la protection contre les surtensions. Des varistances à base d'oxyde de zinc ou des éclateurs sont commercialisées comme parafoudres. Ils permettent d'écouler les courants de foudre. Le fort non linéarité du parafoudre ZnO fait qu'une forte variation de courant provoque une faible variation de tension. Par exemple, lorsque le courant est multiplié par 107, la tension n'est multipliée que par 1,8[46].

### 7.7 Agent de conservation

Les nanoparticules de zinc sont utilisées comme agent de conservation pour divers matériaux et produits tels que les plastiques, les céramiques, le verre, les pigments, les aliments, etc [47].

### 7.8 Agent antimicrobien

Activités contradictoires ont porté sur l'utilisation de nanoparticules d'oxyde de zinc pour les revêtements ou les nano composites. Diverses études ont également démontré et confirmé les effets antimicrobiens de composés biologiques naturels [48]. La taille des nanoparticules[49].

**Introduction :**

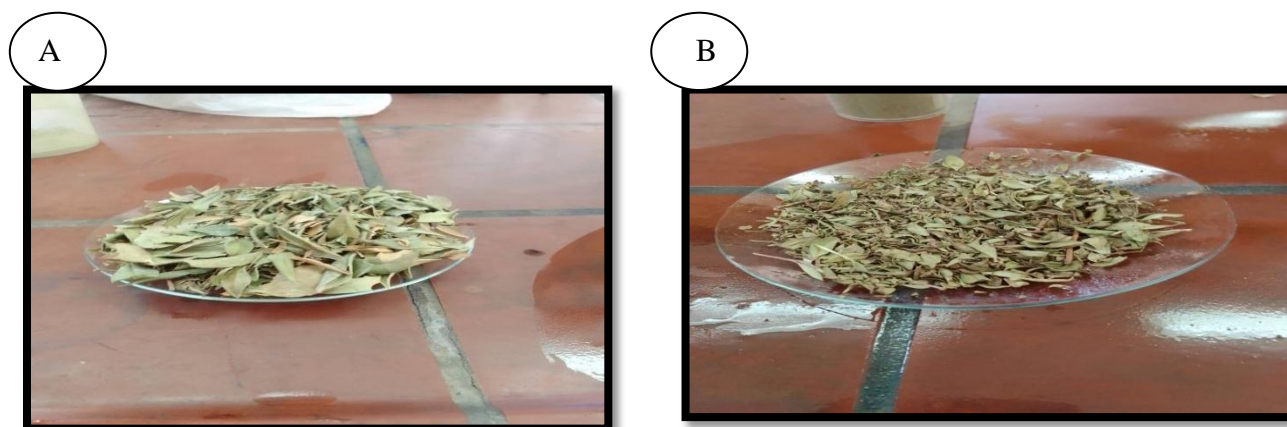
Ce travail a été réalisé au laboratoire **STEVA** à la faculté de science et technologie de l'université Abdelhamid Ibn Badis à Mostaganem.

Ce chapitre décrit quelques techniques expérimentales utilisées dans le développement de l'nanano-poudre. De notre côté, nous développerons plus avant le processus que nous avons adopté dans nos recherches ci-dessous.

La biosynthèse des nanoparticules est une méthode prometteuse pour synthétiser des nanoparticules d'oxydes métalliques à l'aide d'extraits de plantes. En effet, la biosynthèse s'est révélée être une technique efficace et respectueuse de l'environnement pour synthétiser des nanoparticules d'oxydes métalliques. Par conséquent, cette étude a été menée pour la première fois pour étudier l'efficacité des extraits de *Thymus vulgaris* et *Myrtus communis*.

**1-Matériel végétal :**

Le matériel végétal est constitué de feuilles commerciales de *Thymus vulgaris* et de *Myrtus comunis* (figure 04). Ces plantes médicinales sont choisies parmi beaucoup d'autres en raison de leurs propriétés médicinales. L'objectif actuelle consiste à étudier la formation de nanoparticules préparées à partir d'extraits de *Myrtuscommunis* ou *Thymus vulgaris*. Après la biosynthèse, on a étudié les propriétés antibactériennes de ces nanoparticules, leur effet catalytique sur le bleu de m éthylène ainsi que leur capacité d'adsorption du chrome.



**Figure04** : photographies des plantes étudiées. (A) *Myrtuscommunis* (B) *Thymus vulgaris*

## 2-Matériels

Le matériel utilisé dans cette étude est résumé dans le tableau N° 1.

**Tableau N°03** : matériels de laboratoires utilisés.

Moyens	Les produits chimiques
- Un spectrophotomètre UV-Vis	-nitrate d'argent Ag NO <sub>3</sub>
- une centrifugeuse.	-Acétate de zinc ZnO <sub>4</sub>
-plaque chauffants	-eau distillé
-four	- dichromate de potassium
- un <i>appareilpH-mètre</i>	- bleu de méthylène
- barreau magnétique	- Le chlorure d'hydrogène HCL
-verre de montre	- L'hydroxyde de sodium Na OH
-entonnoir	
-spatule	
-tubes à essais	
-agitateur	
-fiolle	
-bécher	
-bain marie	
-papier filtre	
-seringue	

### 3- La synthèse verte des NPs d'AgO

#### 3-1-Préparation des extraits des plantes

La première étape consiste à préparer les feuilles de thym et de myrte, à bien les nettoyer avec de l'eau distillée, puis à les sécher à température ambiante. L'étape suivante consiste à bien broyer les feuilles jusqu'à ce qu'elles soient finement réduites en poudre. Chacune des poudres qu'ils fabriquaient pesait 10 grammes pour 100 millilitres. Avec une température de reflux de 80°C. Ensuite, il a été filtré avec un papier filtre pour obtenir l'extrait végétal.

#### 3-2-Préparation de nitrate d'argent

Pour la synthèse des nanoparticules d'argent, et pour suivre l'influence de concentration de Ag NO<sub>3</sub> sur la formation des nanoparticules d'argent ont été préparé différentes concentrations de solution de nitrate d'argent ( $8.10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $3.10^{-3}$ ,  $5.10^{-3}$ ,  $7.10^{-3}$ ,  $9.10^{-3}$ ,  $8.10^{-4}$ ) M

**Tableau 04** : les solutions préparées d'AgNO<sub>3</sub> à différentes concentration.

Solution	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
Ag NO <sub>3</sub>	$8.10^{-2}$	$9.10^{-3}$	$7.10^{-3}$	$5.10^{-3}$	$3.10^{-3}$	$10^{-3}$	$8.10^{-4}$
MOL / L							

#### 3-3-Synthèse des NPs par extrait de *Myrtus communis* et *Thymus vulgaris*

On a Ajouté 95 ml de solution aqueuse d'AgNO<sub>3</sub> à 5 ml d'extrait de feuille (Myrte ou Thym). avec agitation continue pendant 24 h. Le mélange de nitrate d'argent et l'extrait à zéro du temps était jaune claire, après certain temps la couleur change au marron indique la formation de nanoparticules d'argent [50]. Les nanoparticules d'argent synthétisées ont été analysées par spectrophotomètre UV-Vis. Les produits obtenus étaient recueilli par centrifugation à 4000 tr /min pendant 15 minutes, puis lavé à l'eau distillée et séché à 100 ° C, pour obtenir de la poudre d'AgO NPs pure (figure 5 et 6) .



**Figure05** : Changement de couleur après addition de l'extrait avec la solution d' $\text{AgNO}_3$



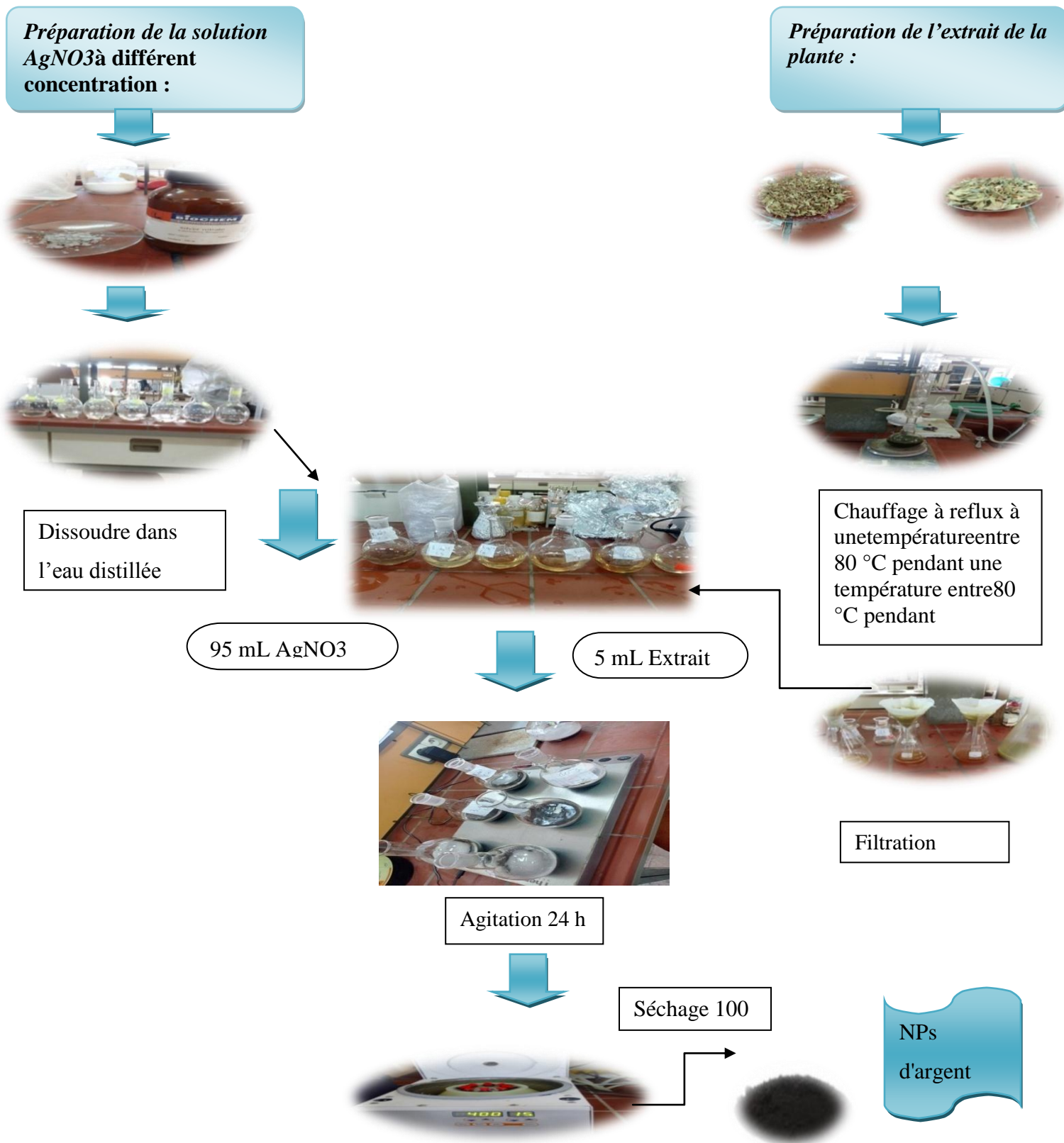


Figure 06 : Le protocole de préparation de nanoparticules d'argent par extrait de feuilles.

### 3-4-Les paramètres influençant la formation des nanoparticules d'argent

#### a) Concentration d'AgNO<sub>3</sub>

Sept essais ont été réalisés, dans chaque essai ont été met 0.5 mL d'extrait de chaque plante puis on a ajouté 9.5mL de la solution d'AgNO<sub>3</sub> de chaque concentration préparée. Les solutions ont été placées dans des tubes à essai pour surveiller le changement de couleur et la formation des AgO NPs par l'appareil UV-Visible après un temps régulier.








**Figure 07:** Les différentes concentrations des solutions d'Ag NPs préparées

#### b) Temps de formation

Pour étudier la cinétique de formation d'AgO NPs, on a préparé une solution de 10 ml d'un rapport 5% (0.5ml d'extrait et 9.5ml d'AgNO<sub>3</sub> de  $5 \cdot 10^{-3}M$ , puis On a fait l'analyse UV-Vis de cet échantillon chaque 15min pour l'observation de la formation des AgO NPs.

**Tableau 05** : Le changement de couleur de la solution de ( $5 \cdot 10^{-3}$ ) M pendant 24h.

Le temps	2 min	15 min	1h	2 h	24 h
échantillon					
	transparente	jaune clair	brun clair	brun	Brun colloïdale

### c) Effet de pH sur la formation d'Ag NPs

Pour étudier l'influence du pH sur la vitesse de formation des Ag NPs. On a fait un ajustement par le NaOH (1M) et le HCl (1M) de l'extrait pour obtenir les différents pH [5,7, 9 et 11] à l'aide de pH mètre. Après l'ajustement du pH, on a préparé des mélanges de 5% de l'extrait avec la solution d'AgNO<sub>3</sub> de  $5 \cdot 10^{-3}$  M. Ensuite les échantillons ont été analysés après 10 min d'initiation par UV-visible.

**Figure 08** : Image d'un appareil pH-mètre..

## 4- Caractérisations

### 4.1. La spectroscopie UV-Visible

La spectrophotométrie UV-Visible constitue une technique de choix pour l'analyse qualitative et surtout quantitative d'un grand nombre d'espèces organiques et inorganiques. Cette technique nous renseigne sur les propriétés optiques de l'échantillon à analyser comme la transmission et l'absorption de la lumière.

Les propriétés optiques des nanoparticules de ZnO ont été mesurées par un spectrophotomètre UV-Visible de type Varian Cary dans un domaine de longueur d'ondes compris entre 200 nm et 900 nm. Ce spectrophotomètre est équipé d'un double faisceau qui permet de soustraire l'influence du substrat et d'acquérir le spectre de transmission de la couche étudiée. Les propriétés optiques des poudres ont été mesurées par un spectrophotomètre Perkin Elmer Lambda UV-Vis 950, dans une gamme de longueur d'onde allant de 400 à 800 nm[51].

La spectroscopie UV-Vis est l'outil de confirmation le plus couramment utilisé pour détecter les propriétés de résonance plasmonique de surface de l'Ag NPs en laissant tomber une petite quantité de NP synthétique dans de l'eau distillée, puis en analyse pendant 10 minutes. L'équipement utilisé est un spectrophotomètre à double faisceau. L'analyse se fait à 400-450 nm.



**Figure 09:** Image d'une spectroscopie UV-Vis

## 5 -Préparation des nanoparticules d'oxyde de zinc

Dans ce travail, nous avons synthétisé des nanoparticules d'oxyde de zinc à partir d'extraits de feuilles de thym et de myrte. Nous présentons un schéma résumant le protocole d'extraction et de synthèse des NPs ZnO (figure 10).

<p>Feuilles de myrte et de thym. nettoyer et sécher à température ambiante en évitant la lumière du soleil</p>	
<p>royer en poudre fine</p>	
<p>-30g de cette poudre + 300mL d'eau distillée. -Mélanger sous agitation magnétique pendant un jour -Filtration</p>	
<p>Nous avons mis 100 ml d'extrait de Thym et de Myrtecha qu'un dans 200 ml d'acétate de zinc à trois concentrations différentes agité pendant 30 minutes à 80 °C</p>	
<p>Le produit obtenu a été recueilli par centrifugation à 4000 tr/min pendant 15 min puis lavé avec de l'eau distillée et séché à 100 °C, suivi d'un recuit à 450 °C pendant 3 h.</p>	

**Figure 10** : Schéma représentant le protocole de synthèse des NPs ZnO

### 5-1 Préparation de l'extrait de feuilles

Des feuilles de *Thymus* et *myrtus* sont été recueillies. Les feuilles fraîches ont d'abord été lavées plusieurs fois avec l'eau distillée pour éliminer les impuretés et la poussière. Les feuilles obtenues ont été séchées à l'ombre à température ambiante pendant 5 à 7 jours, puis broyées pour obtenir une poudre fine, cette dernière a été entreposée dans un contenant loin de l'air. L'extrait a été préparé en mettant 30g de poudre avec 300ml d'eau distillée dans un bécher de verre de 500ml. Le mélange a été agité pendant 24 heures à température ambiante. L'extrait a été filtré avec un papier filtre (Whatman No 42) et stocké dans un flacon hermétique à 6 °C pour utilisation immédiate [50].

### 5-2-La synthèse verte des nanoparticules de ZnO

L'extrait aqueux de Thym et de Myrte a été mis à réagir avec trois concentrations différentes de la solution d'acétate de zinc dans un système de bain aqueux avec agitation continue à 80 °C pendant 30 minutes. Le rapport de volume entre l'extrait de feuille et l'acétate de zinc à concentration différente (0,01- 0.1 - 0,4 M) a été pris comme 100ml/200ml. Pour chaque expérience, la formation de nanoparticules d'oxyde de zinc est indiquée par un changement de couleur de la solution de mélange du vert au brun foncé. Les produits obtenus ont été recueillis par centrifugation à 4000 tr/min pendant 15 minutes, puis lavé à l'eau distillée et séché à 100°C avant son recuit à 450°C pendant 3 heures.

### 5-3 Activité photocatalytique contre le bleu de méthylène

L'activité de dégradation photocatalytique des PANs de synthétisés a été déterminée en utilisant le bleu de méthylène comme système modèle [52]. Un total de 0,05 g de PAN de ZnO de synthèse verte a été ajouté à 100 ml de solution de bleu de méthylène (0,1%, p/v), et cette suspension a été maintenue dans l'obscurité pendant 1 h pour atteindre l'équilibre d'adsorption-désorption. Une solution de bleu de méthylène sans aucun traitement a servi de contrôle. Les suspensions résultantes ont ensuite été irradiées une lumière solaire sans pression externe et sans changement de pH sous un indice UV de 9. La température des échantillons sous la lumière solaire de 30 °C. Pendant tout le processus d'irradiation, la suspension a été agitée en continu, en utilisant un agitateur magnétique pour un mélange uniforme. Une aliquote de 5 ml a ensuite été prélevée pour la concentration initiale. Environ 5 ml ont ensuite été prélevés à intervalles

réguliers, c'est-à-dire toutes les 30 minutes pendant 2 heures, et centrifugés pour séparer le photocatalyseur (PANs de ZnO). La suspension a ensuite été étudiée à l'aide d'un spectrophotomètre UV au pic d'absorption spécifique (665 nm) du bleu de méthylène pour déterminer la teneur en colorant restant. Le pourcentage de dégradation du colorant avec une la lumière solaire a été calculé à l'aide de la formule suivante [52].

$$\% D = (C_0 - C_t) / C_0 \times 100,$$

Où  $C_0$  est la concentration initiale de colorant et  $C_t$  est la concentration de colorant au temps  $t$  (min).



**figure 11:**Activité photocatalytique contre le bleu de méthylène (a) Avant irradiation et (b) Après irradiation.

### 6-capacité d'adsorption du Cr (VI) des NPs d'argent synthétisée

Les NPs de AgO synthétisés à l'état vert ont été étudiés pour leur activité d'adsorption des ions Cr(VI) dans un flacon de verre sous agitation magnétique à vitesse constant. [53]. 20 mg de dichromate de potassium comme source de Cr(VI) ont été dissous dans 100 ml d'eau dés ionisée. Différentes quantités (0,01, 0,02, et 0,04, g) d'adsorbant (NPs AgO) ont ensuite été mélangées séparément avec 100 mL de solution de Cr(VI) à pH 4,50, 7, et 9 à 30 °C. Une aliquote de 5 ml a été prélevée après chaque 15 min et centrifugée pour éliminer l'adsorbant de la solution. Les ions Cr(VI) restants ont été déterminés à l'aide d'un spectrophotomètre UV à leurs pics spécifiques. La

capacité d'adsorption (R) (les ions du chrome restants en mg/g) a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$R = (C_0 - C_t) / m \times V,$$

Où  $C_0$  est la concentration initiale de Cr(VI),  $C_t$  est la concentration de Cr(VI) au temps t, m est la masse de l'adsorbant, et v est le volume de la solution.

### **7-Activité antibactérienne des NPs d'Ag O et de ZnO**

Les bactéries ont été cultivées dans de la gélose Mueller Hinton (Difco) ou du bouillon Mueller Hinton (Difco) pendant 16 à 24 heures à 37 °C dans un incubateur. L'activité antibactérienne des complexes a été testée in vitro en utilisant la méthode de diffusion sur disque de papier<sup>17</sup>.

La concentration minimale inhibitrice (CMI) des échantillons testés a été déterminée par la méthode de microdilution en bouillon (CLSI 2009) en utilisant une microplaque de 96 puits. Chaque puits reçoit 10µL de suspension bactérienne ( $10^5$  UFC/mL) et 100µL de NPs ZnO et AgO à différentes dilutions (**SM**:0.3/**C1**:0.15/**C2** :0.07/**C4** :0.03/**C6** :0.01/ **C7**:0.009 mg/ml). Le contrôle positif contient 100µL de bouillon nutritif, 90µL de DMSO et 10µL de bactéries testées, le contrôle négatif contient un bouillon innutritif La CMI a été définie comme la plus faible concentration à laquelle aucune croissance bactérienne n'a été observée après incubation à 37°C pendant 24 heures [54].

La nouvelle méthode TTC (2-3-5-triphényl-2H-chlorure de tétrazolium) a montré son efficacité. car elle est facile à lire, grâce au colorant fluorescent. Ce dernier n'est pas toxique pour les cellules bactériennes et devient rose et fluorescent lorsqu'il y a une réaction d'oxydoréduction, due à la réduction de l'oxygène et à la production d'acide. Les puits roses indiquent la croissance microbienne, tandis que les puits verts indiquent l'inhibition de la croissance microbienne, elle peut être mesurée généralement après 18 heures de contact entre les bactéries et l'extrait [55].

### ***Micro-organismes utilisés***

Dans cette étude, 5 souches bactériennes différentes et 1 levure ont été utilisées pour examiner leurs effets sur la dégradation des colorants. Elles ont été récupérées au laboratoire d'hygiène de Mostaganem. Les Tableau 06 : Les différents germes utilisés ainsi que leur code de référence.

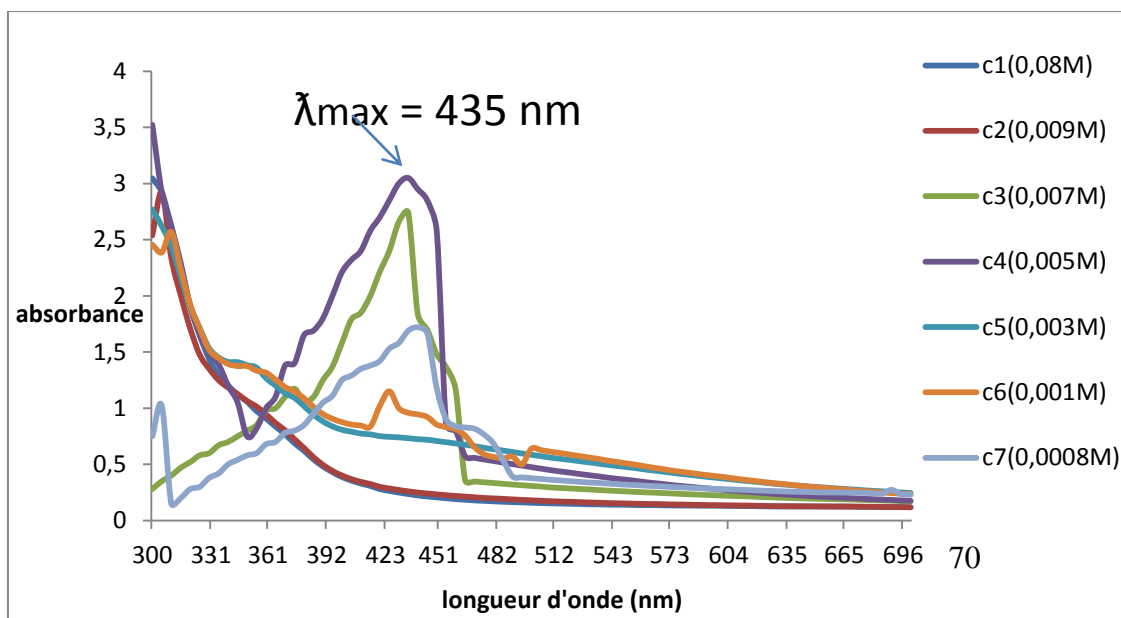


**Tableau 06 :** Les différents germes utilisés ainsi que leur code de référence

Dans cette étude, la synthèse de nanoparticules ( $ZnO$ ,  $AgNO_3$ ) a été réalisée avec succès à l'aide d'un extrait aqueux de la partie aérienne de *Myrtus communis* et de *Thymus vulgaris* et dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur la présentation et l'explication des résultats obtenus. Après la biosynthèse, on a étudié les propriétés antibactériennes de ces nanoparticules et leur effet catalytique sur le bleu de m éthylène ainsi que leur capacité d'adsorption du chrome.

### 1. Effet de concentration d' $AgNO_3$ sur la formation des AgNPs

Spectres d'absorption UV-Vis d'AgNP préparé à différentes concentrations d' $AgNO_3$ . Une augmentation de la concentration en  $AgNO_3$  est observée ( $5.10^{-3}$ ,  $7.10^{-3}$ )M a progressivement augmenté l'absorbance maximale à 430-450 nm et a montré une réduction efficace de  $Ag^+$  à AgNP à des concentrations élevées. on observe une bande maximale qui la concentration optimale dans  $5.10^{-3}$  M  $AgNO_3$ . Montrant la formation des nanoparticules d'argent (**figure 12**).

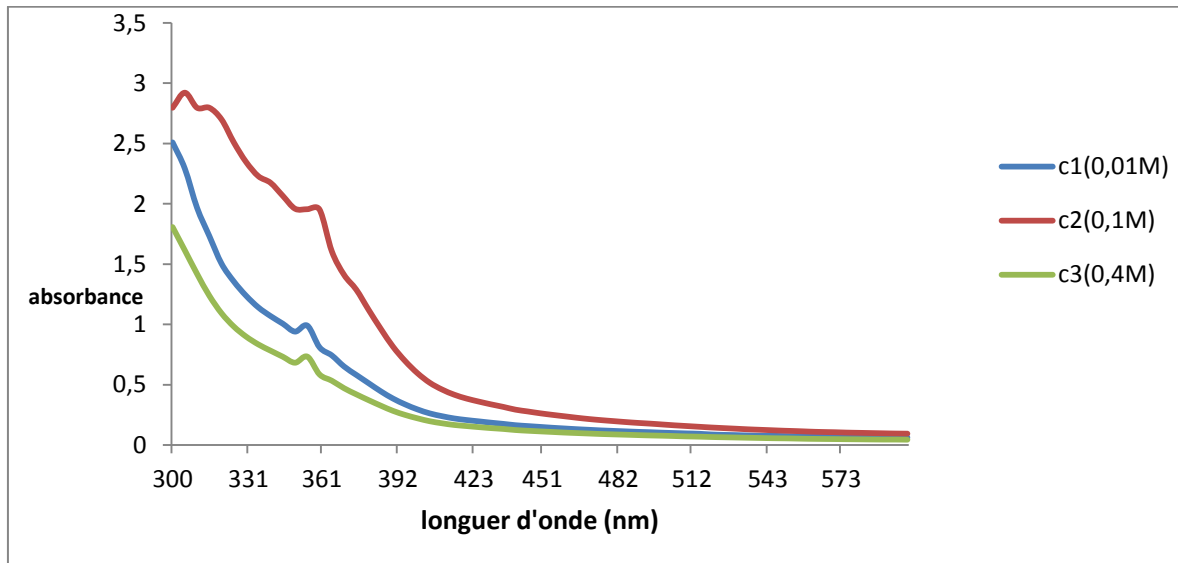


**figure 12:** Spectres UV-Vis d'AgNPs via l'extrait de myrte à différentes concentrations d' $AgNO_3$  à différents moments.

### 2. Effet de la concentration d'acétate de zinc sur la formation $ZnO$

Les propriétés optiques des nanoparticules synthétisées par l'extrait de *Thymus vulgaris* synthétisées à  $85^\circ C$  sont représentées dans la (figure 13). On remarque une large bande d'absorption dans toute la gamme spectrale spécialement entre 330 et 360nm. La bande d'absorption maximale est à environ 360 nm, ce qui est dû à la formation d'oxyde de zinc à

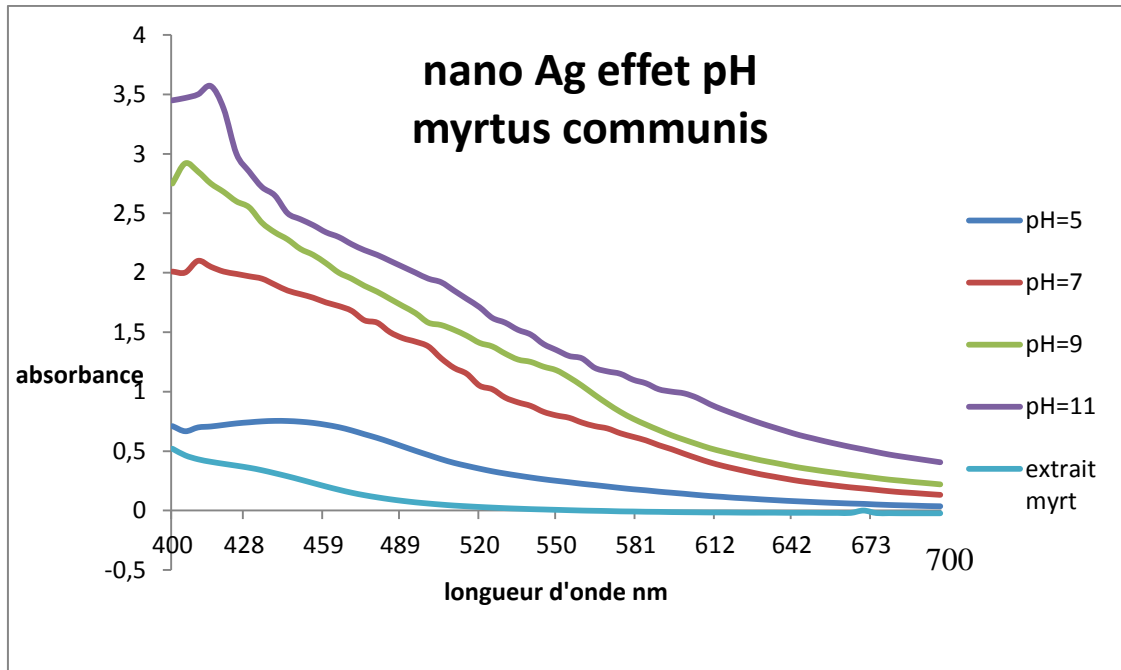
concentration ( $C_2 = 0.1 \text{ M}$ ) [56]. Une augmentation de l'intensité du pic de la bande est observée avec l'augmentation de la concentration d'acétate de zinc. Cela peut être dû à une augmentation du nombre de nanoparticules formées par la conversion des ions zinc qui peut être provoquée par l'élimination complète des (ions zinc) par l'extrait.



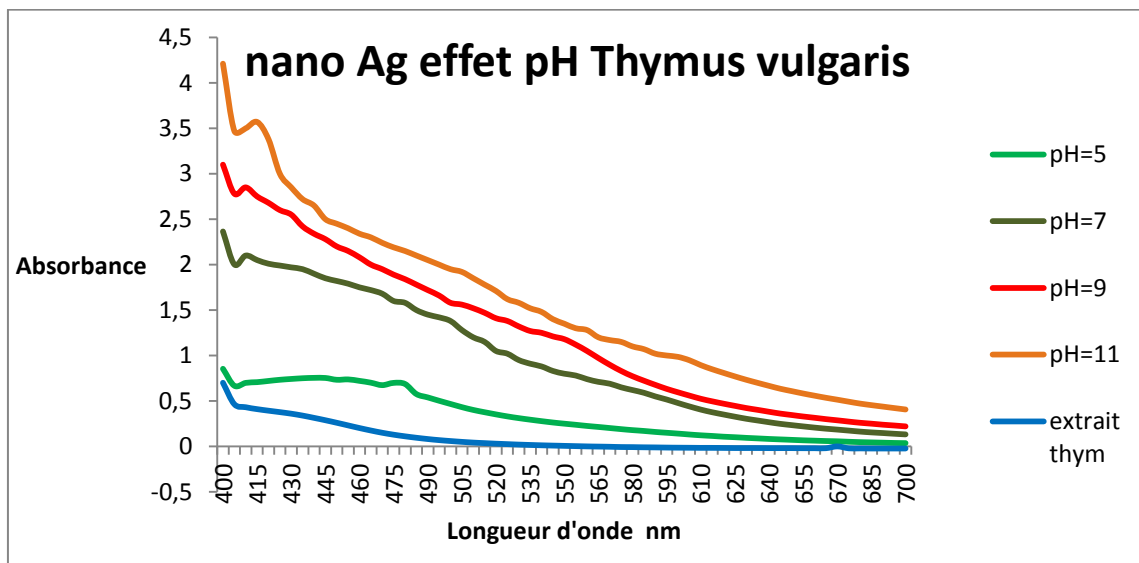
**Figure 13** : Absorbance UV-vis de la solution de nanoparticules d'oxyde de zinc synthétisé avec différentes concentrations d'acétate de zinc

### 3. Effet de pH sur la formation d'AgNPs

Le pH de la solution joue un rôle important dans la synthèse d'Ag NPs. Il a été étudié sous trois conditions différentes, y compris les formes acide, neutre et basique. Les résultats ont montré que la synthèse des nanoparticules se terminait dans un état neutre et les spectres UV-Vis des nanoparticules ne montraient aucune interférence lorsque le pH augmentait. En revanche, à l'état acide, la bande d'absorption des nanoparticules n'a pas pu être observée. La formation de nanoparticules d'argent est confirmée par la bande d'absorption caractéristique de 410-430 nm dans le spectre UV-Vis à pH = 11. Cela correspond aux plasmons de surface résonants d'AgNPs dans le milieu sous-jacent (figure 14,15).



**figure 14:** les spectres UV-vis des nanoparticules d'argent synthétisée à partir de l'extrait de myrte à différents pH 5, 7, 9 et 11.

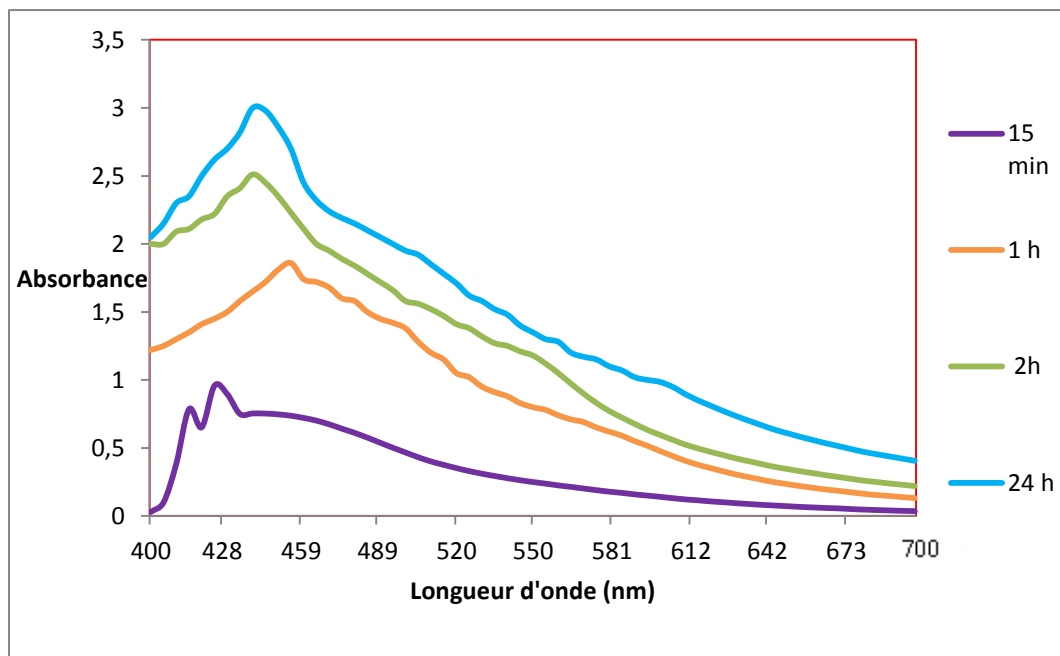


**figure 15 :** les spectres UV-vis des nanoparticules d'argent synthétisée à partir de l'extrait de thym à différents pH 5, 7, 9 et 11.

#### 4. La cinétique de formation des AgNPs :

Comme nous le savons, le temps est l'un des facteurs les plus importants dans la formation de nanoparticules lors des techniques de biosynthèse. Plus le temps de réaction est long, plus il y aura de nanoparticules formées.

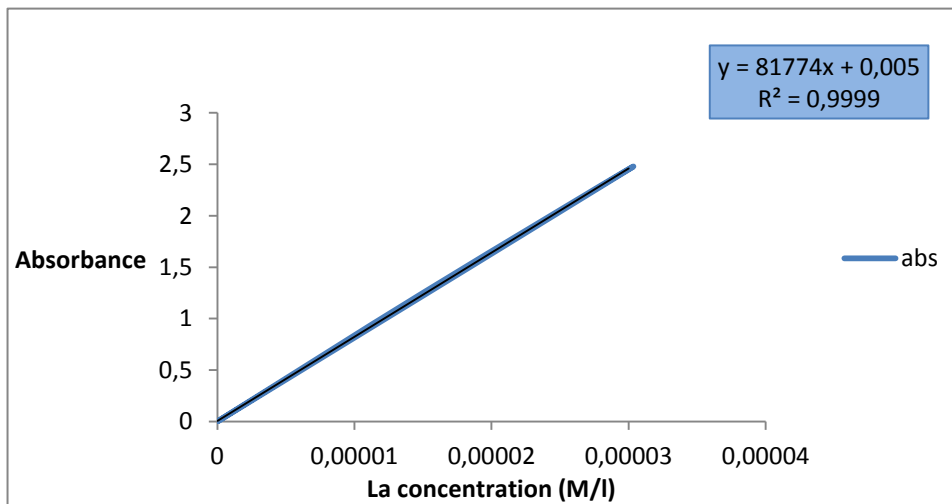
Un changement de couleur du jaune au brun a été observé 15 minutes après l'addition du nitrate d'argent à l'extrait de la plante. La bande d'absorption obtenue est comprise entre 430 et 460 nm a confirmé la biosynthèse des nanoparticules d'argent. La force de la bande augmente avec le temps, indiquant la formation de plus en plus de nanoparticules. La stabilité des nanoparticules bio-synthétisées. L'augmentation de l'absorbance était importante. Élevée à intervalles de 2 heures de à 24 heures. L'augmentation de l'absorbance en fonction du temps est due à l'augmentation du nombre de nanoparticules. Nos résultats concordent (similaires) avec ceux trouvés par autre travail.



**figure 16 :** Les spectres UV-Vis des AgNPs de solution ( $5 \cdot 10^{-3}$ ) M au cours du temps différents.

### 5 .Activité photocatalytique contre le bleu de méthylène

Dans cette expérience nous avons étudiée l'activité photocatalytique des NPs ZnO avec le bleu méthylène. On a calculé la concentration de ce dernier à chaque 15 min dans ( t=0 , t=120 min ) à travers la courbe d'étalonnage (figure 17). Par la suite, on a calculée taux de dégradation de ce colorant (tableau 04). Les résultats concernant les taux de dégradation ( $D$ ) du *BMen* utilisant des *NPdeZnO* synthétisée à partir des extraits de myrte et de Thym sous irradiation solaire sont illustrés dans les figures (18 et 19) respectivement



**figure17** : courbe d'étalonnage de bleu méthylène.

**figure18** : Taux de dégradation ( $D$ ) de *BMen* utilisant des *NPsde ZnO* synthétisée à partir d'extrait de thym sous irradiation solaire.

**Figure 19** : Taux de dégradation ( $D$ ) de *BM* en utilisant des *NPs* de *ZnO* synthétisée à partir d'extrait de myrte sous irradiation solaire.

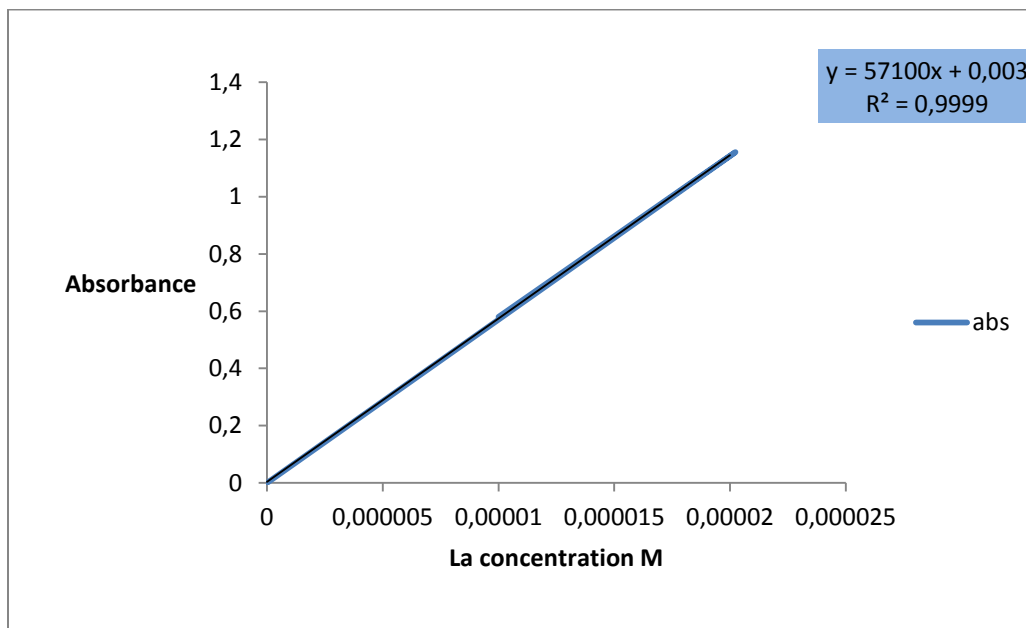
**Tableau 07** : regroupe les absorbances, les concentrations et le taux de dégradation du *BM* en présence des *NPs* *ZnO* synthétisés à partir du Myrte et Thym.

La capacité de désintégration photocatalytique des *NPs* de *ZnO* biosynthétisés a été déterminée contre le colorant *MB* sous l'irradiation du spectre de la lumière solaire . Après cette

étude, nous avons conclu qu'il existe une méthode de dégrader des colorant efficace et moins couteuse, Où nous avons utilisé le catalyseur Ag/extrait de plante et suivi leur activité par UV-Vis, où cela nous a donné des résultats très satisfaisants par rapport à l'absence du catalyseur. Le matériau synthétisé a été utilisé comme catalyseur dans la dégradation réductive catalytique hétérogène du BM. le taux de décoloration le plus important a été enregistré à savoir 90 au bout du 120 min. Ce temps est presque le même à partir du 90min. L'effet de différents paramètres opérationnels a été optimisé et les meilleurs résultats ont été obtenus.

### 6-capacité d'adsorption du Cr (VI) des NPs d'argent synthétisée

Dans cette méthode, nous avons étudié l'adsorption du bichromate de potassium avec les NPs Ag à différent pH (4, 5 et 7). Après avoir prélevé pendant 1 heure toutes les 15 minutes, analyser avec un spectrophotomètre et calculer la capacité d'adsorption (R) (mg/g) et la concentration à partir de la courbe d'étalonnage figure( 20), les tableaux suivantes regroupent tous les résultats tableau (05 ,06 ,07 ).dans l'annexe



**Figure 20** : courbe d'étalonnage de bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ )

### 6-1Effet de la concentration de l'adsorbant



La concentration de l'adsorbant joue un rôle important dans l'adsorption du Chrome (VI) car il existe une relation directe entre la concentration de l'adsorbant et l'adsorption du Chrome par conséquent nous avons évalué différentes concentrations (0.01, 0.02 et 0.04) de nanoparticules AgO biosynthèse pour l'adsorption du Chrome. Les résultats de la capacité d'adsorption ont montré que l'adsorption maximale (15.01 mg/g) de Chrome a été observée à la concentration de 0.04 g de NPs AgO tandis que l'adsorption minimale (0.01mg/g) du Cr(VI) a été détectée à la concentration de 0.01g de NPs AgO les résultats montrent l'adsorption Cr en fonction de la concentration (figure 21)

**Figure 21** : les ions du chrome restants R en fonction du temps à trois concentrations différentes (0.01,0.02 et 0.04 g).

### **6-2 Effet pH de l'adsorption du Chrome(VI)**

D'après les résultats, on remarque que l'adsorption du Cr(VI) par les NPs par les biosynthèses à partir des plantes (*Myrtus Communis* et *Thymus Vulgaris*) ne dépend pas du pH.

La capacité d'adsorption R qui représente les ions du Chrome restants dans la solution sont les mêmes pour à différents pH(4,5 et 7) pour chaque concentration des NPs.

Nos résultats ne concordent pas avec ceux trouvés par (Shakeel et al 2020). Ceci peut être dû à la différence des plantes qui n'ont pas les mêmes caractérisations (figure 22).

**Figure 22** : les ion du chrome restantes R en fonction du temps à trois pH différents (4,5 et 7).

### 7Évaluation de l'activité antibactérienne des NPs d'AgO

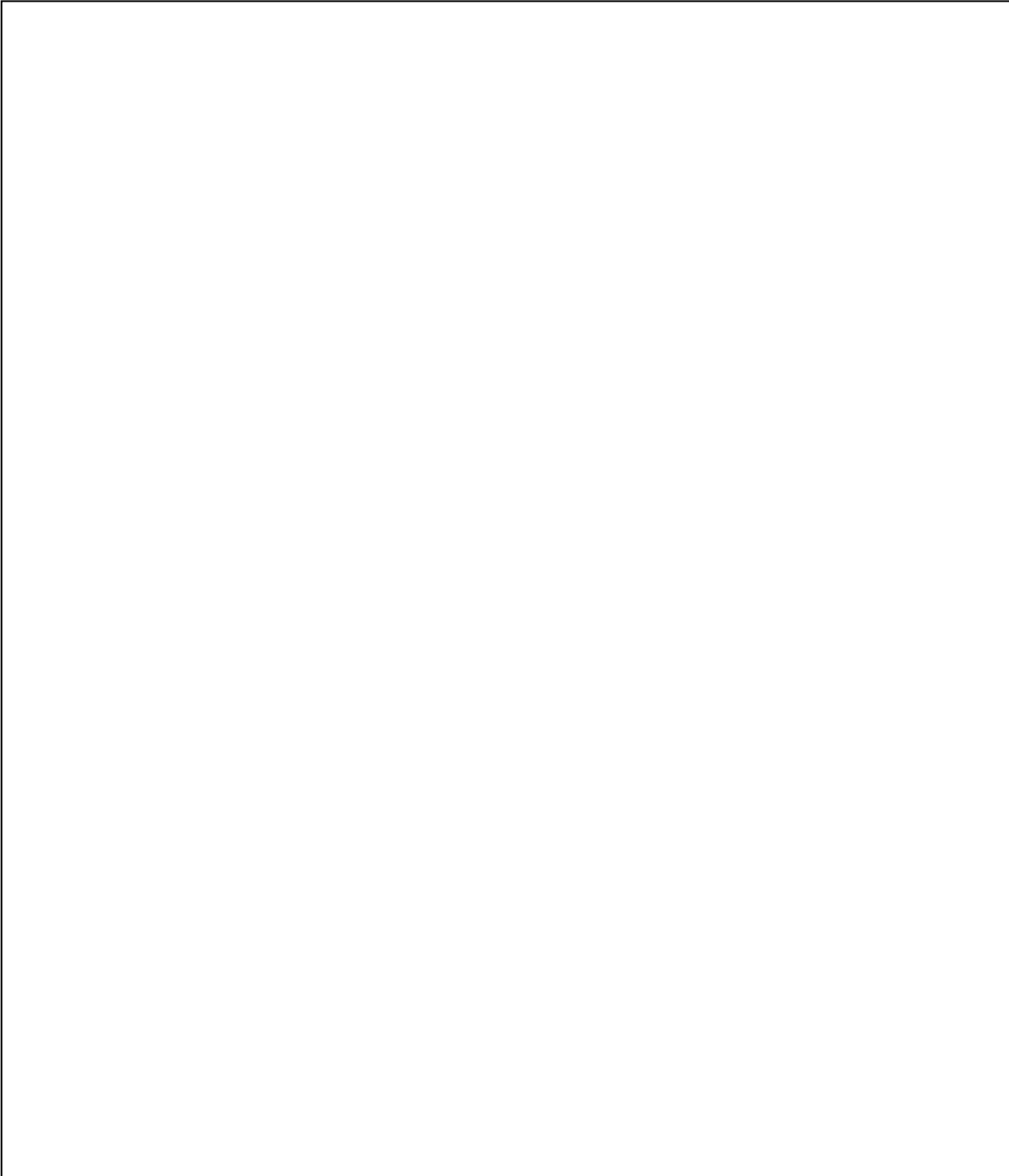
L'activité antibactérienne des complexes a été testée in vitro en utilisant la méthode de diffusion sur disque de papier (figure 23). Les complexes étudiés ont été dissous dans du DMSO et ajoutés à un disque de papier stérile de 6 mm de diamètre. Les résultats des diamètres des zones d'inhibition des NPs de *Myrtuscommunis* et *Thymus vulgaris* sur les bactéries sont regroupés dans le tableau 08.

Pour l'ensemble des bactéries, les NPs d'Ag bio synthétisés à partir de myrte exerçaient une activité antimicrobienne plus importante que celles biosynthétisés à partir de Thym. Ceci est dû probablement à la richesse du myrte en polyphénols. La synthèse verte de nanoparticules est un type d'approche ascendante dans laquelle la réaction principale est la réduction / oxydation. Les substances des 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 ref mémoire protocole nano 2022.

*Candida albicans* est le germe le plus sensible à ces complexes avec une zone d'inhibition de 13 mm de diamètre, soit pour la souche cliniques ou de référence. Suivi par *E.coli* et *Pseudomonas aeruginosa* avec la même zone d'inhibition à savoir 12mm. Pour les NPs bio synthétisés à partir

du Thym étaient actifs seulement contre *E.coli* et *Staphylococcus aureus*, souches de références avec presque la même zone d'inhibition soit 11 et 12mm respectivement.

Les bios essais par diffusion sur disque papier n'ont pas montré de très bons résultats en raison des difficultés de diffusion des nanoparticules solides à travers le milieu gélosé. Ces résultats concordent avec ceux trouvés par autre travail.

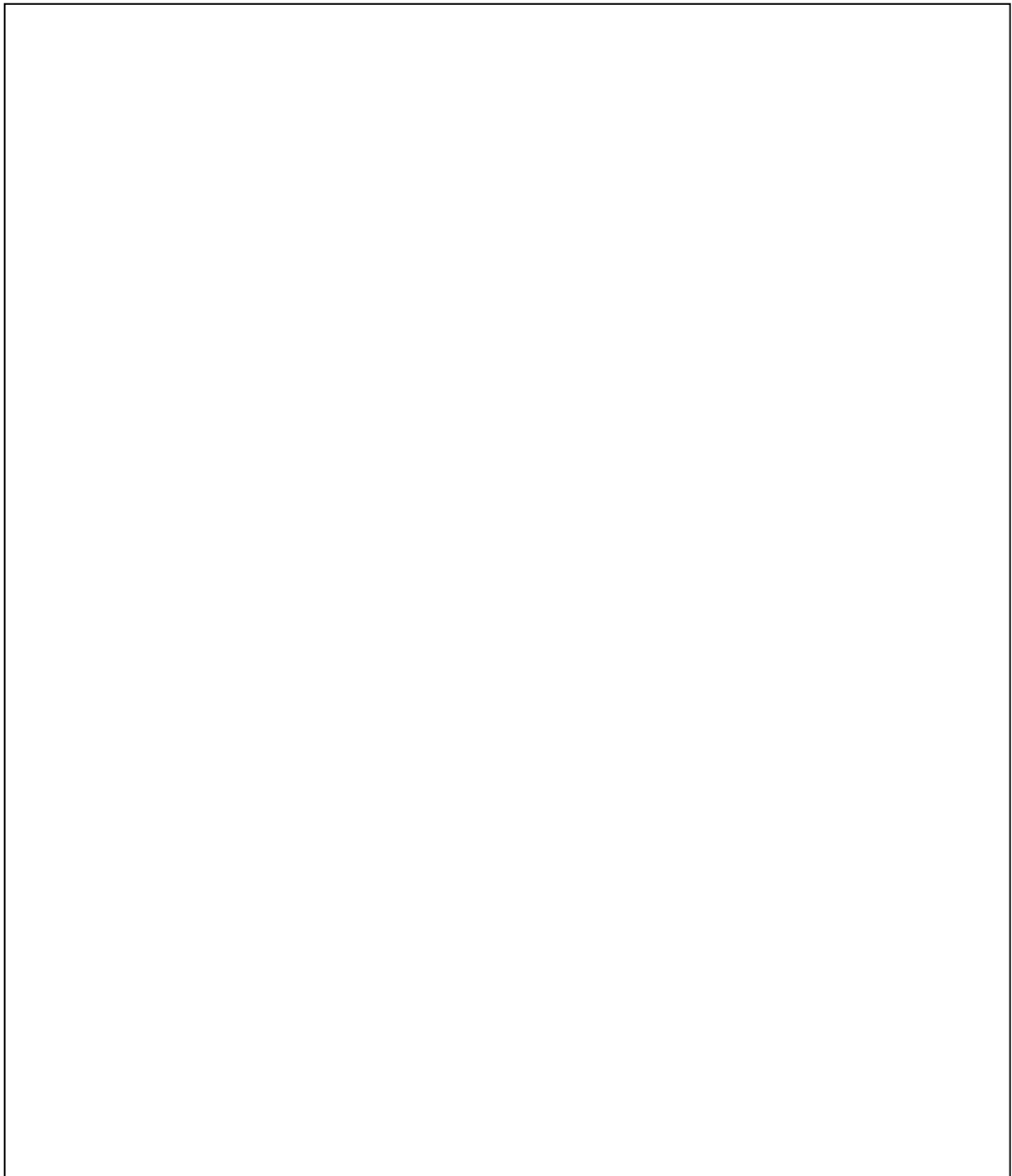


**Figure 23:** Activité antibactérienne des NPs synthétisées à partir des extraits des feuilles de *MyrtusCommunis et Thymus vulgaris* sur des souches bactériennes étudiées.

Souches bactériennes. **Pa** : Pseudomonas aeruginosa, **Ec** : Escherichia coli **Sa** : Staphylococcus, **Ca** : candida albicans, **KP** : Klebsiella, **PM** : Proteus mirabilis, **C** : contrôle négatif DMSO. **S/R** : souches de références ; **S/C** souches cliniques

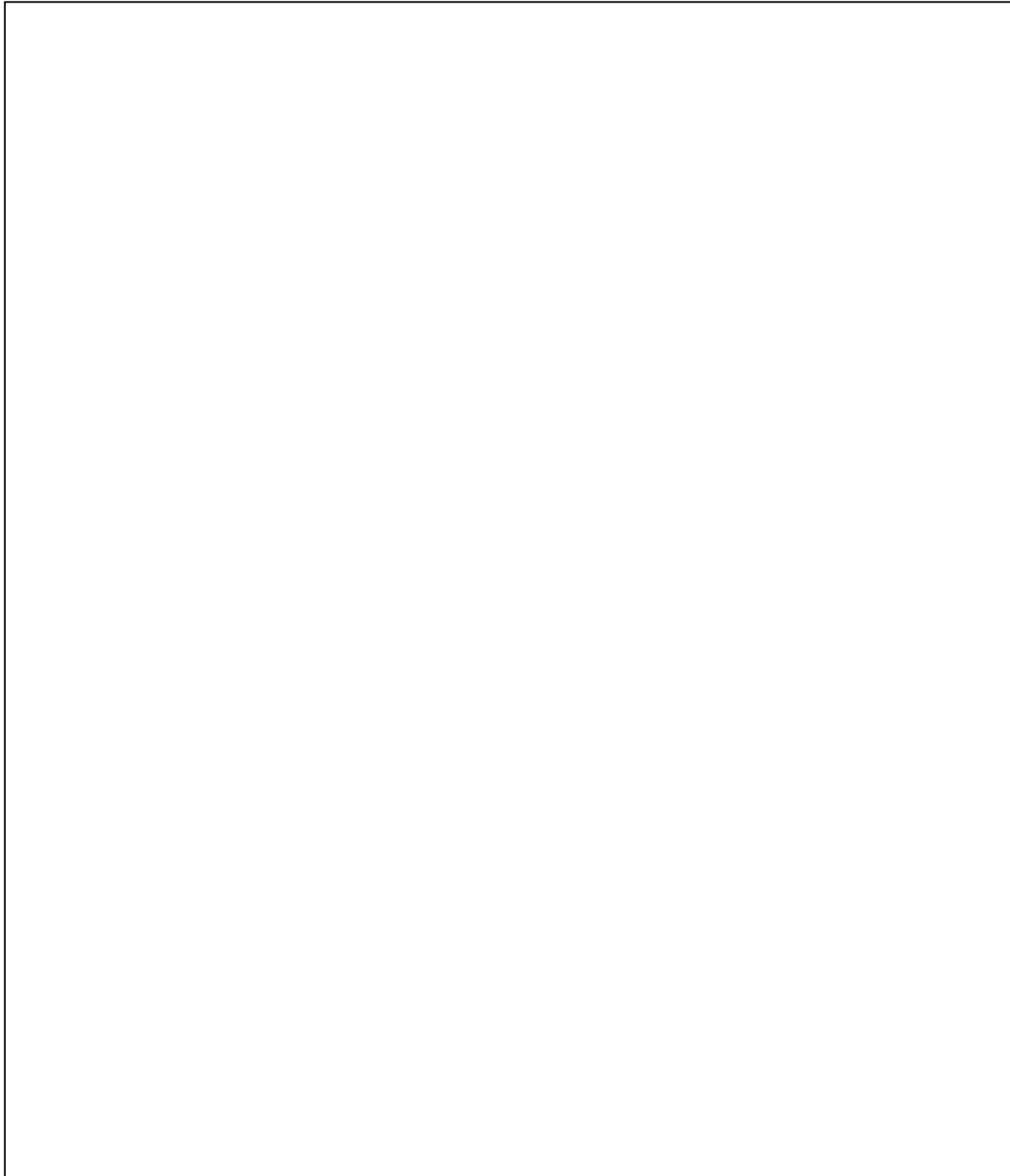
### **Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI**

L'activité antibactérienne quantitative a été déterminée par la méthode de la concentration minimale inhibitrice (CMI) ref. Les résultats des CMI sont illustrés dans les figures 24 et 25 et regroupés dans le tableau 08



**Figure 24:** Résultat des CMI des NPs d'AgO synthétisés à partir des feuilles de thym les souches testées (clinique et référence) :

*Pa* : *Pseudomonas aeruginosa*, *Ec* : *Escherichia coli*, *Sa* : *Staphylococcus aureus* *Ca* : *Candida albicans*, *KP* : *Klebsiella pneumoniae*, *PM* : *Proteus mirabilis*, **CL+** : test positif C : concentration (**SM**:0.3/**C1**:0.15/**C2** :0.07/**C4** :0.03/**C6** :0.01/ **C7**:0.009 mg/ml), **CL-** :



**Figure 25:** : Résultat des CMI des NPs d'AgO synthétisés à partir des feuilles de Myrte sur les souches testées (clinique et référence) :

**Tableau 08** : Diamètre des zones d'inhibition des NPs d'AgO synthétisés à partir des plantes Thym et Myrte ainsi que leurs CMI.

R : référence, C : clinique.

La présence des zones d'inhibition suggère que les nanoparticules de AgObio synthétisées perturbent la membrane avec des taux élevés de génération d'espèces d'oxygène de surface et provoquent finalement la mort d'agents pathogènes. p28

Le mécanisme de l'activité antibactérienne des nanoparticules d'AgO peut être attribué à la pénétration et à la désintégration de la membrane par des nanoparticules de plus petite taille qui conduit à la lyse cellulaire [6,7].

## Conclusion générale

L'objectif principal de ce travail est de proposer de nouvelles voies de biosynthèse des nanoparticules métalliques d'Argent (Ag) d'Oxyde de Zinc et en vue de remplacer l'utilisation des réducteurs chimiques. A cet effet, nous avons choisi deux plantes médicinales qui sont le *Myrtus communis* et *Thymus vulgaris* afin de mettre en œuvre la fabrication de nanoparticules biologiques. L'ensemble des résultats obtenus nous ont permis de constater les points suivants :

La bio-synthèse des NPs est une méthode non toxique, peu coûteuse, simple et non nocif à la nature. C'est pourquoi nous recommandons les entreprises à adopter cette méthode pour synthétiser les NPs des oxydes métalliques. L'extrait de ces plantes est utilisé en tant qu'agent réducteur des ions métalliques d'argent et de zinc dans le milieu aqueux. Les extraits de *Myrtus communis* et *Thymus vulgaris* ont réduit les ions métalliques dans la solution aqueuse ( $\text{AgNO}_3$ ) ayant pour résultat le changement de couleur de la solution de sa couleur jaune-clair à Jaune-brun en raison de la formation NPs

Les travaux expérimentaux nous ont permis de valider la synthèse de nanoparticules d'argent colloïdale par une voie verte. Le processus de synthèse, la formation des AgNPs dépend de manière critique du pH, de la concentration des réactifs et du temps de réaction. La vitesse de formation des nanoparticules d'argent est accélérée en milieu basique.

Après cette étude, nous avons conclu qu'il existe une méthode efficace et moins coûteuse pour dégrader les colorants, où nous avons utilisé le catalyseur Ag/extrait de plante et suivi leur activité par UV-Vis. Cela nous a donné des résultats très satisfaisants par rapport à l'absence du catalyseur. Le matériau synthétisé a été utilisé comme catalyseur dans la dégradation réductive du BM avec un taux de dégradation atteignant 92,43%.

La synthèse verte des nanoparticules augmente son importance en raison de sa rentabilité, de sa réduction de la toxicité et de son activité antimicrobienne. Nous avons montré que la bio synthèse de nanoparticules d'AgO par l'utilisation de l'extrait de différentes plantes comme agent réducteur étaient actives en tant qu'agent antibactérien contre les bactéries pathogènes comme *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*.

Les résultats de la capacité d'adsorption ont montré que l'adsorption maximale (15.01 mg/g) de Chrome a été observée à la concentration de 0.04 g de NPsAgO tandis que l'adsorption minimale



(0.01mg/g) du Cr(VI) a été détecté a la concentration de 0.01gde NPsAgO les résultats montrent l'adsorption Cr en fonction de la concentration

Bien que cette partie de travail n'a pas été plus performante et plus affinée mais elle nous a permis d'avoir une idée sur les propriétés des nanoparticules d'argent synthétisées à base de *Myrtuscommunis et Thymus vulgaris*, ainsi que sur leurs applications.

En perspectives certains points restent à approfondir, il serait donc intéressant de compléter cette étude par :

- L'utilisation de microscopie électronique à transmission (MET) afin de mettre en évidence la forme nanométrique des nanoparticules d'argent synthétisées ;
- Il est également souhaitable d'étendre l'étude antibactérienne à d'autres souches et déterminer le mécanisme et la cinétique d'inhibition de la croissance bactérienne par ces nanoparticules.
- Réalisation d'une application à l'échelle industriels afin de mener au bien être de l'homme et tiré profit de toutes les caractéristiques bénéfiques des nanoparticules d'Ag dans les divers domaines.

## Résumé

En vue de l'importance thérapeutique et économique des plantes médicinales, cette étude a été réalisée afin d'explorer les activités biologiques des nanoparticules bio synthétisés à partir de *Myrtus communis* et *Thymus vulgaris*. L'extrait de ces plantes est utilisé en tant qu'agent réducteur des ions métalliques d'argent et de zinc dans le milieu aqueux. D'après cette étude, nous avons confirmé qu'il existe une méthode efficace et moins coûteuse pour dégrader les colorants. Le matériau synthétisé a été utilisé comme catalyseur dans la dégradation réductive du bleu de méthylène avec un taux de dégradation atteignant 92,43%. Les résultats ont montré que ces matériaux ont une très bonne capacité d'adsorption et que l'adsorption maximale (15.01 mg/g) du chrome a été observée à la concentration de 0.04 g avec un taux de 75 % tandis que l'adsorption minimale (0.01mg/g) du Cr(VI) a été détectée à la concentration de 0.01g des nanoparticules d'AgO. D'après nos résultats, on a confirmé que l'adsorption du Cr(VI) dépend de la concentration des nanoparticules et non pas du pH. Les nanoparticules bio synthétisées à partir des plantes *Myrtus communis* et *Thymus vulgaris* exercent un pouvoir antimicrobien assez important contre la majorité des bactéries à savoir *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Ceci est traduit par des zones d'inhibitions atteignant 13mm de diamètres et de très faibles CMI à savoir 0,07mg/ml. Ces bactéries sont toutes pathogènes et responsables des infections urinaires.

**Mots clefs :** Biosynthèse ; Nanoparticules ; Activité antibactérienne ; Adsorption, effet photo catalytique.

## ملخص

في ضوء الأهمية العلاجية والاقتصادية للنباتات الطبية ، أجريت هذه الدراسة لاستكشاف الأنشطة البيولوجية للجسيمات النانوية الحيوية من نبات *Myrtus communis* و *Thymus vulgaris*. يستخدم مستخلص هذه النباتات كعامل مختزل لأيونات الفضة والزنك في الوسط المائي. بناءً على هذه الدراسة ، تأكدنا من وجود طريقة فعالة وأقل تكلفة لتحلل الأصباغ. تم استخدام المادة المركبة كمحفز في التحلل الاختزالي للميثيلين الأزرق بمعدل تحلل يصل إلى 92.43%. أظهرت النتائج أن هذه المواد لها قدرة امتصاص جيدة جدًا وأن أقصى امتصاص للكروم (15.01 مجم / جم) لوحظ عند تركيز 0.04 جم بمعدل 75% بينما الحد الأدنى للامتصاص (0.01 مجم / جم) من الكروم. تم اكتشاف Cr (VI) بتركيز 0.01 جم من جزيئات AgO النانوية. من نتائجنا ، تم التأكيد على أن امتصاص Cr (VI) يعتمد على تركيز الجسيمات النانوية وليس على الرقم الهيدروجيني. تمارس الجسيمات النانوية العضوية المصنعة من نباتات *Thymus vulgaris* و *Myrtuscommunis* قوة مضادة للميكروبات كبيرة إلى حد ما ضد غالبية البكتيريا ، وهي المبيضات البيضاء والمكورات العنقودية الذهبية والزائفة الزنجارية. ينعكس هذا في مناطق التثبيط التي يصل قطرها إلى 13 مم و MICs منخفضة جدًا ، وهي 0.07 مجم / مل. جميع هذه البكتيريا مُمرضة ومسؤولة عن التهابات المسالك البولية .

## **Abstract**

In view of the therapeutic and economic importance of medicinal plants, this study was carried out to explore the biological activities of bio-synthesized nanoparticles from *Myrtus communis* and *Thymus vulgaris*. The extract of these plants is used as a reducing agent of silver and zinc metal ions in the aqueous medium. Based on this study, we have confirmed that there is an effective and less expensive method to degrade dyes. The synthesized material was used as a catalyst in the reductive degradation of methylene blue with a degradation rate reaching 92.43%. The results showed that these materials have a very good adsorption capacity and that the maximum adsorption (15.01 mg/g) of chromium was observed at the concentration of 0.04 g with a rate of 75% while the minimum adsorption (0.01mg/g) of Cr(VI) was detected at the concentration of 0.01g of AgO nanoparticles. From our results, it was confirmed that the adsorption of Cr(VI) depends on the concentration of the nanoparticles and not on the pH. Organic nanoparticles synthesized from *Myrtuscommunis* and *Thymus vulgaris* plants exert a fairly significant antimicrobial power against the majority of bacteria, namely *candida albicans*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. This is reflected by zones of inhibition reaching 13mm in diameter and very low MICs, namely 0.07mg/ml. These bacteria are all pathogenic and responsible for urinary tract infections.

## Bibliographie

1. Ramsden Jeremy J, what is nanotechnology? *Nanotechnology Perceptions* 1, 3–17, 2005.  
*Nanotechnology Perceptions* . s.l. : what is nanotechnology? *Nanotechnology Perceptions* 1, 3–17, 2005., 2005. *Nanotechnology Perceptions* 1, 3–17, 2005..
2. Amandine Andrieux - Ledier. Elaboration de nanoparticules d'argent par réduction de sels métalloorganiques : contrôle de taille, stabilité, organisation et propriétés physiques. Chimie théorique et/ou physique. Université Pierre et Marie Curie - Paris. *Elaboration de nanoparticules d'argent par réduction de sels métalloorganiques* . paris : Université Pierre et Marie Curie - Paris, 2012.
3. K.M. Kumar, M. Sinha, B.K. Mandal, A.R. Ghosh, K.S. Kumar, P.S. Reddy, *Spectrochim. Acta A* 91, pp. 228-233, 2012. 2012. *Acta A* 91, pp. 228-233, 2012..
4. Mina Ider. Elaboration et caractérisation des nanomatériaux à base de métaux nobles. Physique [physics]. Université du Maine, Français, 2017. *Elaboration et caractérisation des nanomatériaux à base de métaux nobles*. Université du Maine, Français, : Université du Maine, Français, 2017, 2017.
5. boulard.b. *dictionnaire planes et champignons, édition Estem, paris, p8, 12, 46, 313*  
*Theplantlist*. s.l. : édition Estem, paris,, 1997. p8, 12, 46, 313 *Theplantlist*.
6. Atbib M, 1998 : la végétation du littoral de l'Algérie septentrional. Thèse Doctorat. D'état et sciences biologiques. *la végétation du littoral de l'Algérie septentrional. Thèse Doctorat. D'état et sciences biologiques*. s.l. : la végétation du littoral de l'Algérie septentrional. , Atbib M, 1998 .
7. Cilleres M, 1997 : *sesoigner par les plantes, édition Reader digest, p 61*. s.l. : édition Reader digest, 1997. p 61.
8. morale. *Morale R, 2002.The héstory, botany and taxonomy of the genre Thymus in Thyme.Ed Taylor. P12*. paris : The héstory, botany and taxonomy , 2002. p12 .
9. Iserin P, 2001.*Encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Ed. Larousse. Londres. P143*.  
*Iserin P, 2001.Encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Ed. Larousse. Londres. P143*. s.l. : 2ème Ed. Larousse, 2001. Londres. P143.

10. Poletti A, 1988. *Fleurs et plantes médicinales*. 2ème Ed. Delachaux&Nistlé S. s.l. : . 2ème Ed., 1988. Fleurs et plantes médicinales..
11. Assouad W, Valdeyron G, 1975. *Remarque sur la biologie du Thym (Thymus vulgarise )*. 1975.
12. Delachaux, Niestlé, 2013. *500 plantes comestibles « histoires botanique*. Niestlé : 500 plantes comestibles « histoires botanique ealimentation ». , 2013. p 272.
13. Amiot. J, 2005. *Thymus vulgaris*. Amiot. J, 2005. *Thymus vulgaris, un cas de polymorphisme chimique* . s.l. : Ecole nationale supérieure d'agronomie de Montpellier. P 109, Amiot. J, 2005. P 109.
14. Migliore J. (2011). . Doctorat., Thèse de. Thèse de Doctorat., Faculté des Sciences et Techniques : s.n., 2011. Université Paul Cézanne Aix-Marseille III. 250p..
15. Cemaecker D, 2004 : *nature et phytothérapie, développements récents-4ème éditions Garant*, p 295. s.l. : -4ème éditions Garant,, Cemaecker D, 2004. développements récents-.
16. Quezel, P ; et Santa, S. 1963 : *nouvelle flore de l'algérie et des regions désertiques Méridionale. Tome II Edition. CNRS. Paris*. Paris : Tome II Edition CNRS, 1963.
17. Aleksic, V., & Knezevic, P. (2014). *Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of Myrtus communis L. Microbiological Research*, 169(4), 240–254. doi:10.1016/j.micres.2013.10.003. s.l. : 169(4), 240–254. doi:10.1016/j.micres.2013.10.003, 2014. Microbiological Research.
18. Gryc M.I. (1985). *Contribution à l'étude botanique et chimique de Myrtuscommunis L. (Myrtacées)*. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Pharmacie, Faculté de Pharmacie, Université de Claude Bernard Lyon I. Faculté de Pharmacie, Université de Claude Bernard : Contribution à l'étude botanique et chimique de Myrtuscommunis .
19. Beloued A. (1998). *Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires. Alger*. . Alger. : Office des publications universitaires, 1998.
20. Bouzabata A. (2013). *Traditional Treatment of high blood pressure and diabetes in Souk Ahras District. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy* 5(1), 12–20. s.l. : Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy, 2013. , 12–20.

21. Franceschini. Paul. (2016). *Myrtuscommunis L. en Corse et en Méditerranée: De sa composition chimique jusqu'à ses utilisations Thérapeutiques: 18*. s.l. : De sa composition chimique jusqu'à ses utilisations Thérapeutiques, 2016.
22. Delay, M. and F. H. Frimmel (2012). "Nanoparticles in aquatic systems.". *1 Delay, M. and F. H. Frimmel. la france : 1 Delay, M. and F. H. Frimmel (2012).*, 2012. Analytical and bioanalytical chemistry 402(2): 583-592.
23. 2 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. 2 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.*, Thèse de Doctorat, Département De Physique, : , Université MENTOURI, Constantine, 2012, 2012. pp.5-6..
24. 3 F. Prosie, F.-X. Lesage, F. Deschamps, Nanoparticules : structures, utilisations et effets sur la santé, La Presse Medicale, 37 (2008), p.1432. *structures, utilisations et effets sur la santé, La Presse Medicale.* s.l. : Presse Medicale, 37 (2008, 2008. p.1432..
25. Tolaymat TM, El Badawy AM, Genaidy A, Scheckel KG, Luxton TP, Suidan M. (2010). An evidence. *An evidence-based environmental perspective of manufactured.* suidan : science of the total environment , 2010. 408-5-999 -1006.
26. Simchi A, Ahmadi R, Reihani SS, Mahdavi A. (2007) Kinetics and mechanisms. *kinetics and mechanisms of nanoparticle* . Mahdavi A : Mahdavi A. (2007), 2007. 28(3):850-856.
27. Narayanan, K. B. and N. Sakthivel (2010). "Biological synthesis of metal. 2010.
28. Dupont A, Caminat P, Bournot P, Gauchon J.(1995). Enhancement of material. *Enhancement of material.* 1995.
29. Nair S, Sasidharan A, Rani VD, Menon D, Nair S, Manzoor K, Raina S. *Nair S, Sasidharan A, Rani VD, Menon D, Nair S, Manzoor K, Raina S.* s.l. : journal of Materiel Science. Materiels in Medicine., 2009.
30. Shankar SS, Rai A, Ahmad A, Sastry M. (2004a). Rapid synthesis of Au, Ag,. *Rapid synthesis of Au, Ag.* , Sastry M : journal of colloid and interface science., 2004. 275(2):496-502.

31. Smith, G. and E. Zysk (1987). "Corrosion of the noble metals." ASM Handbook. *"Corrosion of the noble metals."* ASM Handbook. 1987.
32. Mtimet, I. (2011). Elaboration de surfaces biocides contenant des nanoparticules. *Elaboration de surfaces biocides contenant des nanoparticules.* s.l. : Mtimet, I. (2011, 2011.
33. Jain, P. and T. Pradeep (2005). "Potential of silver nanoparticle-coated. *Potential of silver nanoparticle-* s.l. : Jain, P. and T. Pradeep (2005, 2005.
34. Firdhouse, M. J. and P. Lalitha (2015). "Biosynthesis of silver nanoparticles and. *"Biosynthesis of silver nanoparticles .* s.l. : Firdhouse, M. J. and P. Lalitha (2015, 2015.
35. Alt V, Bechert T, Steinrücke P, Wagener M, Seidel P, Dingeldein E, Domann. *the antibacterial properties and cytotoxicity.* s.l. : Alt V, Bechert T, Steinrücke P, Wagener M, Seidel P, Dingeldein E, 2004.
36. 18 Elechiguerra JL, Burt JL, Morones JR, Camacho-Bragado A, Gao X, Lara. *Interaction of silver nanoparticles.* s.l. : 18 Elechiguerra JL, Burt JL, Morones JR, Camacho-Bragado A, Gao X, Lara, 2005.
37. 19 4 X. Wang, Y. Ding, C. J. Summers, and Z. L. Wang, "Large-scale synthesis of six-nanometer-wide ZnO nanobelts," Journal of Physical Chemistry B, vol. 108, no. 26, pp. 8773–8777, 2004. *Large-scale synthesis of six-nanometer-wide ZnO nanobelts.* s.l. : " Journal of Physical Chemistry B, 2004.
38. Zinc oxide nanostructures: growth, properties and application. *Zinc oxide nanostructures: growth, properties and application.* 2004.
39. J S. Saha, S. K. Arya, S. Singh, K. Sreenivas, B. Malhotra, and V. Gupta, "Nanoporous cerium oxide thin film for glucose biosensor," Biosensors and Bioelectronics, vol. 24, pp. 2040-2045, 2009. *Biosensors and Bioelectronics.* 2009.
40. T. Y. Tiong, C. F. Dee, A. A. Hamzah, B. Y. Majlis, and S. A. Rahman, "Enhancement of CuO and ZnO nanowires methanol sensing properties with diode-based structure," Sensors and Actuators B: Chemical, vol. 202, pp. 1322-1332, 2014. *"Enhancement of CuO and ZnO nanowires methanol sensing properties with diode-based structure,"* . s.l. : , " Sensors and Actuators B: Chemical, vol. , 2014. vol. 202, pp. .



41. N. Van Hieu, N. D. Khoang, N. Van Duy, and N. D. Hoa, "Comparative study on CO<sub>2</sub> and CO sensing performance of LaOCl-coated ZnO nanowires," *Journal of hazardous materials*, vol. 244, pp. 209-216, 2013. *"Comparative study on CO<sub>2</sub> and CO sensing performance of LaOCl-coated ZnO nanowires," Journal of hazardous materials.* s.l. : Journal of hazardous materials, 2013.
42. P. K. Kannan, R. Saraswathi, and J. B. B. Rayappan, "CO<sub>2</sub> gas sensing properties of DC reactive magnetron sputtered ZnO thin film," *Ceramics International* 2014. *"CO<sub>2</sub> gas sensing properties of DC reactive magnetron sputtered ZnO thin film,.* s.l. : " Ceramics International, , 2014.
43. Q. Ahsanulhaq, J. H. Kim, and Y.-B. Hahn, "Etch-free selective area growth of well-aligned ZnO nanorod arrays by economical polymer mask for large-area solar cell applications," *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol "Etch-free selective area , 2012. *"Etch-free selective area growth of well-aligned ZnO nanorod arrays by economical polymer mask for large-area solar cell applications," .* 2012. "Etch-free selective area growth of well-aligned ZnO nanorod arrays by economical polymer mask for large-area solar cell applications," .
44. H. Bozetine, "Synthèse des nanostructures de ZnO par la méthode hydrothermale et leurs applications," Université Mouloud Mammeri, 2017. *Synthèse des nanostructures de ZnO par la méthode hydrothermale et leurs applications.* s.l. : ] H. Bozetine, 2017.
45. F. Ng-Cheng-Chin, M. Roslin, Z. Gu, and T. Fahidy, "On the transmittance properties of electrolytically deposited thin zinc oxide films," *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 31, p. L71, 1998. *the transmittance properties of electrolytically deposited thin zinc oxide films.* s.l. : Journal of Physics D: Applied Physics., 1998.
46. C. Pages, "Etude du comportement en solution de nanoparticules d'oxyde de zinc préparées par voie organométallique: étude du milieu réactionnel, chimie de surface et conditions d'organisation," Toulouse 3, 2007. *Etude du comportement en solution de nanoparticules d'oxyde de zinc préparées par voie organométallique: étude du milieu réactionnel, chimie de surface et conditions d'organisation.* s.l. : Toulouse 3, 2007.
47. A. H. Battez, R. González, J. Viesca, J. Fernández, J. D. Fernández, A. Machado, et al., "CuO, ZrO<sub>2</sub> and ZnO nanoparticles as antiwear additive in oil lubricants," *Wear*, vol. 265, pp. 422-428, 2008. *CuO, ZrO<sub>2</sub> and ZnO nanoparticles as antiwear additive in oil lubricants,.* 2008.

48. D. S. Cha and M. S. Chinnan, "Biopolymer-based antimicrobial packaging: a review," *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 44, pp. 223-237, 2004. *Biopolymer-based antimicrobial packaging*. s.l. : Critical reviews in food science and nutrition, 2004.
49. O. Yamamoto, "Influence of particle size on the antibacterial activity of zinc oxide," *International Journal of Inorganic Materials*, vol. 3, pp. 643-646, 2001. *Influence of particle size on the antibacterial activity of zinc oxide*. s.l. : International Journal of Inorganic Materials., 2001.
50. Mollick MMR, Rana D, Dash SK, Chattopadhyay S, Bhowmick B, Maity D,mondalD M2015 studies on green synthesized silver nanoparticules using. *studies on green synthesized silver nanoparticules using and appliction* . s.l. : arabian journal of chemistry , 2015.
51. E.-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. , *Caractérisation structurale et optique de couches minces formées par des agrégats des nanocristaux de ZnO*. s.l. : Département de physique, MENTOURI, Constantine, 2012.
52. . Khan, S.A., et al. *Synthesis of TiO2 graphene oxide nanocomposites for their enhanced photocalytic activity agains BM and ciprofoloxacin.compos* . Arshad : s.n., 2019. prt b eng 2019 175.1071120. .
53. Xu, X., et al. *Characteristics of amine-crosslinked wheat straw and its adsorption mechanisms for phosphate and chromium (VI) removal from aqueous solution Carbohydr*. s.l. : Polvm , 2011. 84, 1054-1060.
54. (Klančnik, 2010). 2010. Evaluation of diffusion and dilution methods to determine the antibacterial activityof plant extracts . *journal of microbiological methods*. 81(2).-126.
55. Egido, . (Lopez Del et 2017). 2017. 2017 A spectrophotometric assay for robust viability testing of seed .batches using 2,3,5 triphenyl tetrazolium chloride : using *Hordeum vulgare L* . as a model . *frontiers in plant science*,8,747.

56. S. Talam, S. R. Karumuri, and N. Gunnam,. *Synthesis, characterization, and spectroscopic properties of ZnO nanoparticles,*" . s.l. : " ISRN Nanotechnology, vol. 2012, 2012., 2012.