



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar- EL OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie appliquée

THEME

PRÉPARATION DE NANOPARTICULE DE SÉLÉNIUM PAR PLASMA ET ACTIVITÉS BIOLOGIQUES

Présenté Par :

- ✓ GHANIA Abdallah
- ✓ KASMI Ridha

Présédant	ALIA Zaid	M.C.A	Université d'El Oued.
Examineur	TLILI Med Laid	M.C.A	Université d'El Oued.
Promoteur	GHANIA Ahmed	M.A.A	Université d'El Oued.
CO- Promoteur	OUBIRI Khawla		

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions "Allah" Tout-Puissant de nous avoir donné la santé. Patience, force et volonté pour accomplir ce travail.

*nous tiens particulièrement à remerciements à notre promoteur, le Mr. **Ghania Ahmed**, professeur à l'Université de l'ELOUED, d'avoir accepté la mission tant prévu pour ce sujet,. pour ses conseils scientifiques judicieux et son suivi durant la période de la réalisation de ce travail. Nous pouvons exprimer ici notre affection, notre gratitude et notre respect.*

*Nous remercier de Mr. **messai ridha** professeur à l'Université de l'ELOUED qui ont participé de près a la réalisation de ce travail.*

Nous remercier de Madame BESERNI Shahrazade laborantine de Université de Ouargla .

Nous tenons à remercier les professeurs discutants, nous ne saurons jamais merci assez de nous aider à corriger ce mémoire et de nous aider à corriger nos erreurs et accepter d'évaluer ce travail malgré les nombreuses obligations qu'ils ont.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude à tous nos professeurs Université ELOUED, tous les membres du Laboratoires pédagogique, un grand merci à eux enfin et surtout, nous exprimons notre plus profonde gratitude et tout notre amour a nos parents et nos frères qui ont su nous faire confiance et Soutenez-nous en circonstances ainsi que pour tout le monde nos amis proches qui nous ont toujours soutenus et encouragés même dans Les moments les plus durs, nous les remercions du fond du cœur.

Dédicace

À l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser

ce travail que je dédie :

À mes très chers parents

À ma famille

Ma femme et mes filles

À mes chers frères

À toute mes professeurs

Abdallah

Dédicace

Je dédie ce travail à :
La plus belle maman de l'univers
A ma femme et mes fils.
A mes chers frères
A toute ma famille et mes proches
A mes chers amis.

Ridha

ملخص

Résumé

Abstrect

ملخص

الهدف من الدراسة تحضير جسيمات السيلينيوم النانوية بواسطة إستعمال البلازما ودارسة نشاطها وفعاليتها البيولوجية. تم تطعيم اسيتات الزنك بمعدن السيلينيوم ثم باستخدام جهاز البلازما من نوع «glidarc» للحصول على الجسيمات النانوية. تم تحليل العينة باستخدام تقنية توصيف انعراج الأشعة اكس DRX لدراسة خصائص الجسيمات النانوية ، النتائج أكدت نجاح تخليق الجسيمات النانوية للسيلينيوم و الحصول على مركبين اوكسيد الزنك (OZn) وسيلينات الزنك (O_3SeZn)، تم الحصول على حجم بلوري مثالي قدره 30.26 نانومتر. متبوعا باختبار نشاط المضاد للميكروبات حيث أظهرت فعالية كبيرة جدا للحد من نمو بكتيريا *Staphylococcus aureus* و جيدة ضد نشاط *Klebsiella-Pseudomonas aeruginosa* , *Escherichia.coli* ونشاط جيد مضاد لخمائر *Candida albicans*، ونشاط مضادات الأكسدة حيث مثلت 7.15% في اختبار DPPH و 10% في اختبار FRAP و 45 % في اختبار بيتا كاروتين، ونشاط معتبر مضاد للالتهابات ، قوي في النشاط المضاد لانهلال الدم ، ضعيف النشاط المضاد لتخثر الدم. ثم تقيم نشاط التحفيز الضوئي للعينة حيث أظهر فعالية جيدة مع مرور الوقت.

الكلمات الدالة: الجسيمات النانوية – جسيمات السيلينيوم النانوية – النشاطات بيولوجية – نتائج النشاط .

Résumé

Ce travail vise à synthétiser des nanoparticules de zinc dopé par sélénium en utilisant des plasmas et à étudier leur activité biologique. Dans la première procédure, on a dopé de la poudre de sélénium avec de l'acétate de zinc. Dans la deuxième procédure, on a utilisé le plasma de type « glidarc » pour obtenir des nanoparticules. Des techniques de caractérisation telles que la diffraction des rayons X (DRX) ont été utilisées pour étudier les propriétés des nanoparticules. Les résultats ont confirmé la biosynthèse des nanoparticules de sélénium. Deux composés ont été obtenus, à savoir l'oxyde de zinc et le sélénate de zinc, une taille de cristallite optimale de 30,26 nm. Ensuite, des tests d'activité antimicrobienne ont montré une activité antibactérienne très forte contre *Staphylococcus aureus* et une forte activité contre *Salmonella*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*, ainsi qu'une forte activité contre la levure *Candida albicans*. Des tests d'activité anti-oxydante ont donné des résultats de 7,15% pour le test DPPH, 10% pour le test FRAP et 45% pour le test du bêta-carotène. Une activité anti-inflammatoire respectable a été observée, ainsi qu'un test d'inhibition de l'hémolyse important, mais une faible activité anticoagulante. Enfin, l'activité photo-catalytique a été évaluée et a montré une bonne efficacité au fil du temps.

Mots clés : nanoparticules - nanoparticules de zinc dopé par sélénium - activités biologiques - résultats d'activité.

Abstract

This work aims to zinc doped by selenium nanoparticles were synthesized by using plasmas and to study their biological activity. In the first procedure doping Selenium powder to the zinc acetate. In the second procedure using the plasmas type« glidarc » to obtain nanoparticles. characterization technique such as x-ray diffraction (XRD) were employed to study the nanoparticles properties, the result have confirmed the synthesis of selenium nanoparticle, Two compounds were obtained, zinc oxide and zinc selenate , an optimal crystallite size of 30.26 nm .then followed by antimicrobial activity tests which has shown significant antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and good activity against, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia.coli* good activity against yeasts *Candida albicans* ,then antioxidant activity tests are 7.15% for DPPH test, and 10% for FRAP test and 45% for B-carotene test ,Respectable Anti-inflammatory activity , has important anti hemolysis inhibition test, Weak in anticoagulant activity. Then evaluate the photocatalytic activity Where it showed good effectiveness over time.

Keywords: nanoparticles ,zinc doping by selenium nanoparticles - biological activities - activity results.

Liste d'abréviation

% : pourcentage
Abc: absorbance
Ac : Absorbance contrôle
At : Absorbance teste
BHT: hydroxytoluène butyle
Cm : Centimètre
DDPH : 2,2 diphényle 1-1 picrylhydrazyl
DRX: Diffractomètre à rayons X
DO : Ordre longue
EDTA : Ethylène diamine tétra acétique
Fe : Fer
Fe +2: Ion ferreux
Fe+3: Ion ferrique
FRAP: Ferric Reducing Antioxydant power
I % : pourcentage d'inhibition
h: heure
H₂O₂: Eau oxygène
nm : Nanomètre
MB : bleu de méthylène
Mg/ml : Milligramme par millilitre
mn : minute
R : rendement
TCK : Temps du céphaline – Kaolin
TP : Temps de trombine
PBS: Tampon de phosphate
Ug/ml : Microgramme par millilitre
Ul : Microlitre
UV : Ultra Violent
SePNs : nanoparticule de sélénium
SePNs+AC: nanoparticule de sélénium + acétate .
ZN-SeNPs: nanoparticules de zinc dopé par sélénium.
ZN : zone d'inhibition.

List des Figures

FIGURE	TITRE	PAGE
Figure 01	Types de NP organiques. A dendrimères ; B liposomes, micelles ; et C ferritine	06
Figure 02	Différents types de NP à base de carbone. A fullerène ; B noir de carbone et points quantiques de carbone C.	08
Figure03	Champs des applications nanoparticules.	10
Figure04	Différents états de la matière avec les principaux changements de phase	14
Figure05	Température des électrons et des espèces lourdes dans le plasma.	15
Figure06	La décharge glissante de type « glidarc ».	16
Figure 07	Image des deux allotropes de Se gris et rouge.	19
Figure 08	Forme organique de Se.	19
Figure 09	Schéma du métabolisme du Se .	23
Figure 10	Modèle différentes activité de SeNPs.	25
Figure 11	Mécanismes des Anti-inflammatoire et anti-oxydant des Se nanoparticule.	28
Figure 12	Mécanisme de la photo-catalytique de colorants par ZnO NPs dopé au Se.	31
Figure 13	La réduction de test DPPH.	38
Figure 14	Les étapes testent de diffusion de puits.	46
Figure 15	Caractérisation pour la DRX.	50
Figure 16	Diagramme d'activité antioxydant l'échantillon nanoparticule de Se c/1mg/ml test de DPPH .	51
Figure 17	Diagramme d'activité antioxydant l'échantillon nanoparticule de Se concentration 1mg/ml test de FRAP	52
Figure 18	Diagramme d'activité antioxydant l'échantillon nanoparticule de Se concentration 1mg/ml test de β –carotène.	53
Figure 19	Diagramme l'échantillon nanoparticule de Se concentration 1 mg/ml test d'hémolytique pour H ₂ O ₂ .	54
Figure 20	Diagramme l'échantillon nanoparticule de Se concentration 1 mg/ml test d'hémolytique pour NACL 3.5(hypotonique).	55
Figure 21	Diagramme activité anticoagulant TP l'échantillon de concentration 20mg/ml.	56
Figure 22	Diagramme activité anti inflammatoire l'échantillon de concentration 20mg/ml.	57
Figure 23	Courbe de pourcentage de dégradation de photo-catalytique de SeNPs /c 1mg/ml.	58

List des photo

PHOTO	TITRE	PAGE
PHOTO 01	Les étapes synthèses de zinc dopé par le sélénium.	35
PHOTO 02	L'échantillon après élimination d'acétate (après ajoute four a moufle).	36
PHOTO 03	Photo des matériels d'activités microbienne.	46
PHOTO 04	Des photo activites antibacterienne de la SeNPs.	59
PHOTO 05	Photo d'activités anti candidose de la SeNPs.	59

List des tableaux

TABLEAU	TITRE	PAGE
Tableau 01	Les formes du Se les plus couramment rencontrés.	20
Tableau 02	La dose journalière de Se.	21
Tableau 03	Caractéristique des composés chimiques	36
Tableau 04	Caractéristique des composés chimiques synthétise	49
Tableau 05	Diamètre d'inhibition obtenu pour SeNPs des différentes souches utilisées	59

Sommaire

Remerciement
Dédicace
Dédicace
ملخص
Abstract
Résumé
List des Figures
List des tableaux
List des abréviations
Sommaire
Introduction

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
I .Généralités sur Nanoparticule.....	5
I.1. Définition.....	5
I.2. Classification.....	5
I.2.1 .Organique	5
I.2.2. Inorganiques	6
I.2.3. à base de carbone.....	7
I.3. Propriété des nanoparticules.....	8
I.3.1. Propriétés optiques	8
I.3.2. Propriétés de surface.....	8

I.3.3. Propriétés mécaniques.....	9
I.3.4. Propriété biologique	9
I.4. Applications des nanoparticules	9
I.4.1. Nanoparticules et l'environnement	11
I.4.2. Applications en médecine.....	11
I.4.3. Avantages de l'utilisation de nanoparticules dans la découverte de médicaments	12
I.4.4. Application dans l'électronique et les matériaux de fabrication.....	12
II .Généralité sur Plasma.....	13
II.1. Définitions	13
II.2. Classifications les plasmas	14
II.2.1. Classification selon l'origine.....	14
II.2.1.1. Plasmas naturels.....	14
II.2.1.2. Plasmas artificiels ou industriels.....	14
II.2.2. Classification selon la température.....	14
II.2.2.1. Plasmas thermiques	15
II.2.2.2. Plasmas non- thermiques.....	15
II.3. Décharge glissante	16
II.4. Application des plasmas.....	17
II.4.1. Application des plasmas dans le domaine biomédical	17
II.4.2. Applications pour la sécurité alimentaire.....	17
III. Généralités sur Sélénium.....	17

III.1. Propriétés physiques et chimiques du Sélénium.....	17
III.2. Source et dose recommandée en Se.....	20
III.2.1. Dans la nature.....	20
III.2.2. Dans l'alimentaire.....	21
III.3. Métabolisme du Sélénium.....	22
III.3.1. Voie de pénétration	22
III.3.2. Absorption.....	22
III.3.3. Métabolisme du Se.....	22
III.3.4. Excrétion de Sélénium.....	23
III.4. Rôle du Sélénium.....	24
III.4.1. Rôle antioxydant.....	24
III.4.2. Sélénium et cancer	24
III.4.3. Autre rôle biologique.....	24
III.5 Carence et toxicité du Sélénium.....	24
IV. Activités biologiques.....	25
IV.1. Activités anti-oxydants	25
IV.2. Activités anti-inflammation.....	25
IV.2.2. types d'inflammation.....	26
IV.3. Activité anti-hémolyse	27
IV.3.1. Hémolyses.....	28
IV.3.2.1. hémolyse physiologique.....	28

IV.3.2.2.hémolyse pathologique.....	28
IV.3.3.anti-hémolytiques.....	28
IV.3.3.1.Action des anti-hémolytiques synthétiques	28
IV.4. Activités anticoagulantes.....	29
IV.5. Activités photo-catalytique.....	30
IV.5.1. Mécanisme de la photo-catalytique.....	30
IV.6. Activités antimicrobienne	32

PARTIE MATERIELS ET METHODES	
V. Préparer un échantillon de sélénium nanoparticule.....	35
V.1.1. Poids d'échantillons.....	35
V.1.2. Synthèse d'oxyde de zinc dopé par le sélénium.....	35
V.1.3. Élimination acétate.....	36
V.1.4. Rendement de l'échantillon.....	37
V.2. Cristallisation d'échantillon.....	37
V.2.1 Technique Diffraction des rayons X (DRX).....	37
V.2.1.1. Principe de technique	37
V.2.1.2. Mode d'opérateur	38
V.3. activités biologiques	38
V.3.1. activités antioxydants.....	38
V.3.1.1. Technique de DPPH	38
V.3.1.1.1. Principe.....	38

V.3.1.1.2. Mode d'opérateur	39
V.3.1.2. Technique de FRAP.....	39
V.3.1.2.1. Principe.....	39
V.3.1.2.2. Mode d'opérateur	40
V.3.1.3. Teste de blanchement β -carotène.....	40
V.3.1.3.1. Principe.....	40
V.3.1.3.2. Mode d'opérateur.....	40
V.3.2. Test anti- inflammatoire	41
V.3.2.1. Principe.....	41
V.3.2.2. Mode d'opérateur.....	41
V.3.3. Activités anti hémolytique.....	42
V.3.3.1. Principe.....	42
V.3.3.2. Mode d'opérateur.....	42
V.3.3.3. Induction par le peroxyde d'hydrogène H_2O_2	43
V.3.3.3.1. Effet sur l'hémolyse induite par H_2O_2	43
V.3.3.3.2. Induction par hypotonique NaCl.....	43
V.3.3.3.3. Effet sur hémolyse induit par NaCl.....	43
V.3.4. Teste anticoagulant	44
V.3.4.1. Principe.....	44
V.3.4.2. Mode d'opérateur.....	44
V.3.5. Activités photo catalytique.....	45

V.3.5.1. Principe	45
V.3.5.2. Mode d'opérateur	45
V.3.6. Activités anti Microbienne	45
V.3.6.1. Principe.....	45
V.3.6.2. Mode d'opérateur.....	46

PARTIE RESULTATS ET DISCUSSIONS	
VI.1. Rendement de préparation et caractérisation	49
VI.2. Caractérisation de SeNPs.....	49
VI.2.1. Analyse par diffraction des rayons X (DRX).....	50
VI.3. Activités Biologique	50
VI.3.1. Activités Antioxydants.....	50
VI.3.1.1. Test du piégeage du radical libre DPPH.....	51
VI.3.1.2. Test de réduction du fer FRAP.....	52
VI.3.1.3. Test de blanchissement du β -carotène.....	52
VI.3.3. Activité Anti-inflammatoire.....	53
VII.3.3. Activités anti hémolytiques.....	54
VI.3.3.1. Activités anti hémolytique pour H_2O_2	54
VI.3.3.2. Activité hémolytique pour NaCl (hypotonique).....	55
VI.3.4. Activité anticoagulante.....	56
VI.3.5. Activités Photo catalytique.....	57
VI.3.6. Activité anti- Microbienne.....	58

CONCLUSION	
REFIRENCE	
ANNEXES	

Introduction générale

Introduction générale

Au cours des deux dernières décennies, les matériaux à l'échelle nanométrique, qu'ils soient de dimensions uniques ou multidimensionnelles et d'une taille inférieure à 100 nm, ont suscité un intérêt croissant en raison de leurs caractéristiques nouvelles et uniques par rapport à leurs homologues à l'échelle macroscopique. Les nouvelles caractéristiques de ces matériaux ont entraîné des améliorations révolutionnaires dans de nombreux domaines (**TEDJANI .Med. Laid.,2021**).

Divers matériaux inorganiques ont été modifiés et leur taille a été réduite à l'échelle nanométrique sous forme de nanoparticules afin d'obtenir des propriétés supérieures avec une plus grande polyvalence fonctionnelle. Ces nanoparticules peuvent être synthétisées par différentes méthodes, telles que la réduction chimique, la synthèse biologique (plantes, champignons ou bactéries) (**Cláudio et al.,2021**) et la synthèse par plasma technologie (**Hyo Jun et al.,2021**) .

Que les approches chimiques conventionnelles pour la synthèse des nanoparticules nécessitent des oxydants ou des réducteurs toxiques, qui sont essentiels pour la formation et la stabilisation des nanoparticules. Par conséquent, une synthèse alternative sans produits chimiques toxiques est importante pour le développement des nanotechnologies pour les applications biologiques (**Nagendra et al.,2019**).

Actuellement, la technologie plasma suscite une grande attention en tant que méthode de synthèse « verte » de premier plan pour les nanoparticules, en raison de ses propriétés distinctives par rapport aux approches de synthèse en phase solide, liquide et gazeuse(**Nagendra et al.,2019**).

Parmi ces minéraux inorganiques le sélénium, d'une grande importance dans les domaines de la physique, de la chimie et de la biologie. Il joue un rôle important en santé humaine et animale, et sa carence peut entraîner de nombreuses maladies (**Neha et al.,2022**). Les sélénoprotéines sont des antioxydants vitaux dans l'organisme. Cependant, leur activité est inhibée en présence d'un microenvironnement inflammatoire, ce qui nécessite un apport exogène de ressources. Le développement des nanotechnologies offre une solution efficace à ces problèmes (**Chuping et al.,2021**). Les nanoparticules de sélénium (SeNPs) présentent une toxicité réduite et une meilleure biocompatibilité plus élevée que les composés organiques ou inorganiques de sélénium, ce qui attire l'attention de la communauté scientifique pour leur utilisation en tant qu'agents thérapeutiques (**Cláudio et al.,2021**).

Introduction générale

L'intérêt à l'obtention de nanoparticules de sélénium dans un premier temps et l'évaluation de leurs activités biologiques. Le travail est structuré autour de trois parties. La première a consacré une synthèse bibliographique, rappelant les généralités sur nanoparticule, avec des généralités sur les plasmas et généralités sur le sélénium. Dans une deuxième partie, la méthodologie suivie pour la préparation des nanoparticules, la caractérisation et l'évaluation de quelques activités biologiques des nanoparticules de sélénium et activité photo-catalytique. Une troisième partie présente les principaux résultats obtenus avec la discussion suivie par une conclusion.

PARTIE

BIBLIOGRAPHIQUE

I .Généralités sur Nanoparticule

I.1. Définition

Le préfixe "nano" est un mot grec qui signifie nain ou miniature. Une nanoparticule est un assemblage de quelques centaines à quelques milliers d'atomes, formant un objet dont au moins une dimension est comprise entre 1 et 100 nm (**Boholm.,2017**). Par conséquent, les NPs se situent entre les échelles macroscopique et moléculaire. Par rapport aux structures organiques naturelles, la taille des NPs se situe principalement dans la plage correspondant aux protéines. (**Samak et al,2020**) La plupart des matériaux à l'échelle du micromètre ont les mêmes propriétés physiques que les matériaux solides. Pendant ce temps, à l'échelle nanométrique, ils peuvent avoir des propriétés physiques nettement différentes de leurs homologues plus grands. Les NPs présentent un grand intérêt en raison de leur taille extrêmement petite et de leur rapport surface/volume élevé, produisant des différences de propriétés chimiques et physiques. Ces différences confèrent des caractéristiques particulières aux NPs. (**Baign et al.,2021**).

I.2. Classification

Généralement, les NPs sont classées selon leurs sources (naturelles et/ou anthropiques), leurs dimensions et leurs formes (objets à 1, 2 ou 3 dimensions nanométriques, leur composition chimique (particules carbonées, particules organiques, sulfates, nitrates, particules métalliques ou céramiques, polymères et autres). (**Saleh et al,2021**)

Classifications des NPs selon leurs compositions chimiques Sont généralement placées en trois classes : organique, carbonée et inorganique.

I.2.1 Organique

Cette classe sont généralement non toxique et biodégradable avec une taille comprise entre 1-100 nm. Cette classe comprend les NP composées de protéines, de glucides lipides, polymères ou tout autre composé organique (figure 01). Les NP sont sensibles aux rayonnements thermiques et électromagnétiques comme la chaleur et la lumière. De plus, ils sont souvent formés par des interactions intermoléculaires non covalentes, ce qui les rend de nature plus labile et offre une voie de dégagement du corps. Les exemples les plus marquants de cette classe sont des dendrimères, des liposomes, des micelles et des complexes protéiques comme la ferritine. (**Ealias et al.,2017**) Les NP organiques sont majoritairement utilisées dans le domaine biomédical administration ciblée de médicaments et traitement du cancer. (**Sonia et al.,2021**).

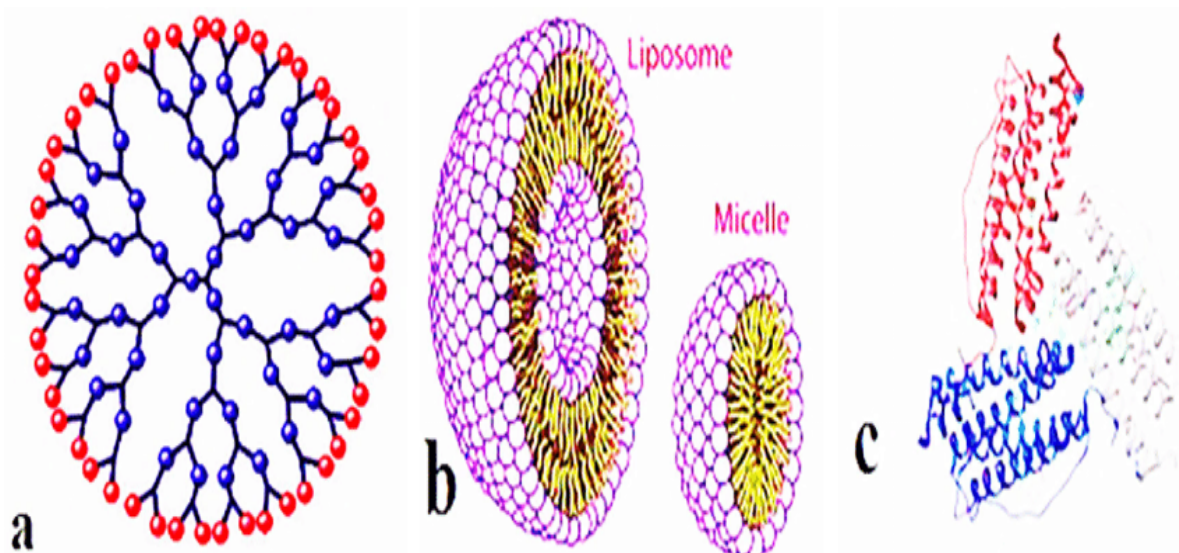


Figure (01) :Types de NP organiques. A dendrimères ; B liposomes, micelles ; et C ferritine.(Sonia et al.,2021).

I.2.2. Inorganiques

Cette classe comprend les NPs non constituées de carbone ou Matières organiques Ils peuvent être classés en métaux, oxydes métalliques, céramique et semi-conductrices Ils sont principalement utilisés en biomédical applications en raison de leur grande stabilité et de leur charge élevée capacité. Néanmoins, ils sont également utilisés dans d'autres applications telles que la catalyse, la dégradation des colorants, la photonique et optoélectronique.(Nadeem et Linke.,2022).

➤ Nanoparticulesmétalliques

Lesnanoparticules métalliques peuvent être synthétisées en employant des approches destructives ou constructives. Les NPs métalliques telles que le cuivre, l'or, le fer, le silicium et l'argent sont largement utilisées dans de nombreux domaines tels que la catalyse, l'électronique, les capteurs, la photonique, les traitements environnementaux et la médicale raison de leurs caractéristiques uniques(Ealias et al.,2017).

➤ Nanoparticules d'oxydes métalliques

Sont synthétisées pour modifier les propriétés de leurs NPs métalliques correspondantes. Différents oxydes métalliques se présentent sous diverses formes : nanotubes, nanobâtonnets, nanoflocons, etc. De plus, certaines structures présentent des propriétés intéressantes pour des applications virtuelles dans des domaines tels que les capteurs, l'optoélectronique, les transducteurs, la médecine. (Ealias et al.,2017).

➤ Céramiques

Sont généralement classées comme des solides inorganiques, résistants à la chaleur et non métalliques, composés à la fois de composés métalliques et non métalliques. Elles sont synthétisées par chauffage et refroidissement successifs **(Tiwari et Rohiwal,2019)**.

➤ Semi-conductrices

Sont connus pour posséder une multitude de phénomènes quantiques et présentent des propriétés matérielles uniques dépendantes de leur taille. Ces matériaux possèdent des propriétés intermédiaires entre les métaux et les non-métaux, et par conséquent, ils ont trouvé diverses applications dans la littérature **(Tiwari et Rohiwal,2019)**.

I.2.3. à base de carbone

Cette classe comprend les NPs qui sont fabriqués uniquement à partir d'atome de carbone. Des exemples célèbres de cette classe sont :

➤ Fullerènes

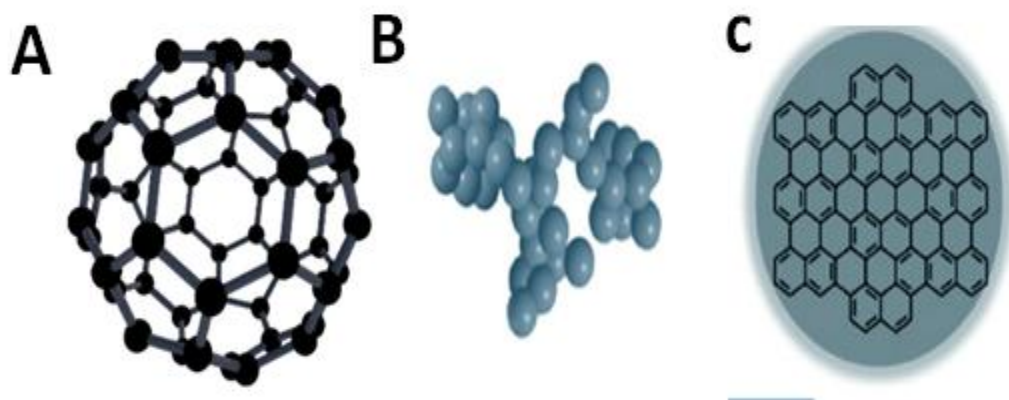
Les fullerènes (C₆₀) sont la forme la plus étudiée dans les NPs à base de carbone. Et sont constitués de 60 atomes de carbone disposés dans la forme d'un ballon de football **(figure 02A)**. **(Nadeem et Linke.,2022)**.

➤ Noir carbone

Sont des agrégats en forme de raisin de particules sphériques hautement fusionnées. Le carbone est constitué d'un matériau graphitique partiellement amorphe dans lequel une fraction substantielle des particules élémentaires est de taille nanométrique, généralement de 20 à 70 nm. L'interaction entre les particules est si forte qu'elles se lient en agrégats et forment des agglomérats d'environ 500 nm **(figure 02.B)**. **(Anu et Saravanakumar.,2017)**.

➤ Points quantiques de carbone

Les points sont constitués de NP de carbone quasi-sphériques discrètes avec tailles inférieures à 10 nm avec diverses propriétés uniques **figure I.2.C**. **(Nadeem et Linke.,2022)**



Figure(02) :Différents types de NP à base de carboneA fullerène; B noir de carboneet points quantiques de carbone C. **.(Sonia et al.,2021).**

I.3. Propriété des nanoparticules

Les nanoparticules sont des particules dont la taille se situe dans la gamme de nanomètres (10^{-9} mètres) et qui présentent des propriétés physiques, chimiques et biologiques uniques par rapport à leurs homologues de plus grande taille. Voici quelques propriétés générales des NPs.

I.3.1. Propriétés optiques

Les propriétés optiques des NPs telles que l'absorption, la réflexion, la transmission et l'émission de lumière sont dynamiques et complètement différentes de celles de leur homologue en vrac. Les électrons dans les NPs réagissent différemment à la lumière par rapport à leur matériau en vrac. La taille minuscule d'une nanoparticule limite la libre circulation des électrons, contrairement au cas du matériau en vrac, ce qui entraîne un confinement quantique des électrons. **(Mohan et Oluwafemi.,2018).**

I.3.2. Propriétés de surface

Comme la zone réactive des particules se trouve à leur surface, l'effet de cette dernière devient non négligeable en comparaison avec le volume. À l'échelle macroscopique, les atomes de surface des particules sont insignifiants par rapport à l'ensemble des atomes qui les composent, ce qui fait que les propriétés des particules ne sont pas influencées par les atomes de surface. Toutefois, lorsque la taille des particules diminue à l'échelle nanométrique, la proportion d'atomes de surface devient significative et joue un rôle essentiel dans la modification des propriétés des NPs. **(Khan et al.,2019).**

I.3.3. Propriétés mécaniques

A l'échelle nanométrique, les propriétés mécaniques des matériaux telles que la résistance à la flexion, le module de Young, la résistance à la traction, la résistance à la rupture et à l'impact peuvent être grandement améliorées. Ces propriétés dépendent du matériau de base utilisé pour fabriquer les NPs. Les matériaux à base de carbone, en particulier, ont une résistance mécanique remarquablement élevée à cette échelle de taille. **(Nadeem et Linke.,2022).**

I.3.4. Propriété biologique

Les propriétés biologiques des NPs sont très importantes car elles déterminent leur interaction avec les systèmes biologiques. Voici quelques-unes des propriétés biologiques des NPs.

La petite taille des NPs leur permet de pénétrer les cellules et les tissus, ce qui peut être bénéfique dans certains cas (par exemple, pour délivrer des médicaments à l'intérieur des cellules), aussi La surface des NPs peut être modifiée pour leur permettre d'interagir avec des molécules spécifiques dans le corps, telles que des récepteurs de cellules cibles ou des protéines d'adhésion, et peuvent être chargées positivement ou négativement en fonction de leur composition chimique. Cela peut affecter leur interaction avec les membranes cellulaires et leur capacité à traverser les barrières biologiques **(Mosquera et al.,2018)**. Cependant, cela peut également poser des problèmes de toxicité potentielle si les NPs s'accumulent dans certains tissus Cela peut être dû à leur petite taille, à leur surface spécifique élevée, à leur capacité à générer des radicaux libres et à leur potentiel de perturbation de certaines voies métaboliques**(Nathan et al.,2019)**.

I.4.1. Nanoparticules et l'environnement

Les scientifiques ont fourni l'utilisation de NPs d'oxyde de tungstène de cuivre photocatalytique pour décomposer l'huile en composés biodégradables. Ces NPs fournissent une grande surface pour la réaction qui est activée par la lumière du soleil et peut travailler dans l'eau, ce qui les rend utiles pour nettoyer les déversements d'hydrocarbures. Les chercheurs utilisent des NPs d'or délimitées dans un oxyde de manganèse poreux à un catalyseur à température ambiante pour décomposer les polluants organiques volatils dans l'air. Les NPs de fer sont utilisées pour nettoyer la pollution au tétrachlorure de carbone dans les eaux souterraines. Les NPs d'oxyde de fer sont également utilisées pour nettoyer l'arsenic des puits d'eau**(Mirco et al .,2018)**.

I.4.2. Applications en médecine

Le changement de surface des NPs remplies de protéines s'est révélé affecter la capacité de la nanoparticule à stimuler les réponses immunitaires. Les chercheurs pensent maintenant que ces NPs peuvent être utilisées dans des vaccins inhalables. Les communautés scientifiques développent des moyens d'utiliser des NPs de carbone appelées Nano-diamants dans des applications médicales. Nano-diamants avec des molécules de protéines attachées peuvent être utilisés pour augmenter la croissance osseuse autour des implants dentaires et articulaires. Les chercheurs testent l'utilisation de chimiothérapies attachées à des nano-diamants pour traiter les tumeurs cérébrales. D'autres chercheurs étudient l'utilisation de chimiothérapies attachées à des nano-diamants pour traiter la leucémie. Une autre nanoparticule auto-collectrice a été produite que les tumeurs objectives, pour aider les spécialistes à analyser la malignité avant. La nouvelle nanoparticule soutient l'adéquation de l'IRM en examinant particulièrement les récepteurs qui se trouvent dans les cellules malignes. La nanoparticule est recouverte d'une protéine exceptionnelle qui recherche les signes particuliers dégagés par les tumeurs. Quand il en découvre un, il commence à communiquer avec les cellules dangereuses ; cette coopération enlève la couverture protéique, créant la nanoparticule à s'auto-amasser dans une molécule beaucoup plus grande de sorte qu'il est plus indubitable sur le balayage. Un autre type de nanoparticule a démontré un potentiel de transport plus efficace de la chimiothérapie pour traiter la croissance. Dans les études de centre de recherche, les analystes ont créé et essayé une autre sorte de nanoparticule capable de transmettre de plus grandes mesures d'un médicament et de ne pas libérer le médicament pendant que la molécule se dirige vers l'objectif. Nanoparticule a le potentiel pour la livraison plus efficace de médicaments chimio- thérapeutiques pour traiter le cancer. Dans des études récentes, les chercheurs ont mis au point une nouvelle nanoparticule capable de délivrer d'énormes quantités d'un médicament et de ne pas laisser fuir le médicament lorsque la particule circule dans la circulation sanguine avant d'atteindre la cible (**Abid et al.,2023**).

I.4.3. Avantages de l'utilisation de nanoparticules dans la découverte de médicaments

La taille de la molécule et les qualités de surface des NPs peuvent être efficacement contrôlées pour accomplir à la fois haut et bas le médicament dynamique en se concentrant après l'organisation parentérale. Ils contrôlent et maintiennent la décharge du médicament pendant le transport et sur le site de la limitation, en ajustant la dissémination du médicament et la voie consécutive du médicament de manière à réaliser également une augmentation de l'efficacité du médicament, en diminuant les symptômes (**Deepak et al.,2020**). Une focalisation particulière sur

le site peut être réalisée en connectant la focalisation sur les ligands à la surface des particules ou en utilisant une direction attractive. Le cadre peut être utilisé pour différents cours d'organisation, y compris orale, nasale, parentérale, intra-visuelle et ainsi de suite. Les NPs peuvent mieux véhiculer des médicaments vers des territoires mineurs à l'intérieur du corps. Construire sur cette échelle permet aux scientifiques d'exercer un choix de plus, un contrôle déjà inconcevable sur les propriétés physiques des polymères et des différents biomatériaux. Les NPs surmontent la résistance annoncée par les frontières physiologiques dans le corps puisque le transport compétent de médicament à différentes parties du corps est directement influencé par la taille de la molécule. Les NPs aident à transporter efficacement les médicaments pour améliorer la solvabilité des liquides des médicaments inefficacement dis-solvables qui améliorent la biodisponibilité pour la décharge temporisée des particules de médicament, et le médicament exact se concentrant sur. Les propriétés de surface des NPs peuvent être ajustées pour focaliser sur le transport de médicament, par ex. De petites particules, des protéines, des peptides et des NPs d'acides nucléiques empilés ne sont pas perçus par un cadre sûr et se concentrent avec compétence sur des sortes de tissus spécifiques(Rajendra et al.,2020).

I.4.4. Application dans l'électronique et les matériaux de fabrication

Les chercheurs ont utilisé des NPs appelées nano-tétrapodes parsemées de NPs de carbone pour développer des électrodes à bas coût pour les piles à combustible. Cette électrode peut être utilisée pour remplacer le platine coûteux nécessaire pour les catalyseurs de pile à combustible. Un catalyseur utilisant des NPs de platine-cobalt a été développé pour les piles à combustible qui augmente l'activité catalytique plus de douze fois que le platine pur. Les NPs semi-conductrices sont appliquées dans un procédé d'impression à basse température qui permet la fabrication de cellules solaires à faible coût(Bijoy.,2015). Les NPs de silicate sont utilisées pour fournir une barrière aux gaz (par exemple l'oxygène), ou l'humidité dans un film plastique utilisé pour l'emballage. Cela pourrait ralentir le processus de détérioration ou de dessèchement des aliments. La nanotechnologie est appliquée dans la production, le traitement, la sécurité et l'emballage des aliments(Rahul et al.,2022).

III. Généralités sur Sélénium

III.1. Propriétés physiques et chimiques du Sélénium

De la famille des chalcogènes, le Se est un métalloïde du groupe de l'oxygène non métal desymbole Se, de numéro atomique 34 et de masse atomique 78.96 Il appartient au groupe 16 (ou VIa) de la classification périodique. C'est un élément rare, présent très souvent à l'état de

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

traces dans les sulfures naturels où il se substitue au soufre. Les espèces minéralogiques qui en contiennent des quantités notables dont les principales sont les Ses de cuivre, d'argent, de thallium, de plomb et mercure sont trop peu abondants pour constituer des minerais. Aussi le Se n'est qu'un sous-produit de l'affinage électrolytique du cuivre. Six isotopes stables : Se^{74} , Se^{76} , Se^{77} , Se^{78} , Se^{80} et Se^{82} et au moins 7 isotopes non stables. Parmi eux Se^{75} et Se^{81} (**Hoffman et King., 1997**).

Température ordinaire, le Se est une substance solide, livrée en poudre ou en morceaux, qui peut se présenter sous différentes formes allotropiques à savoir :

- Le Se rouge amorphe, poudre rouge-brique (**Figure07**).
- Le Se vitreux, masse amorphe, vitreuse et brunâtre qui se forme par refroidissement brutal du Se liquide.
- Le Se gris, parfois improprement appelé Se métallique, cristallisé dans le système trigonal et considéré comme la forme la plus stable (**Figure07**).
- Le Se est insoluble dans l'eau et les solvants organiques usuels.
- Le Se est un produit stable qui ne s'oxyde pas à température ordinaire.

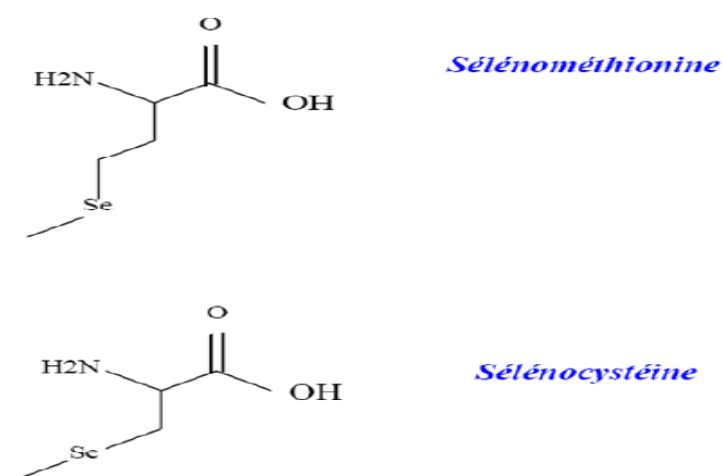
Il combine directement avec de nombreux éléments l'hydrogène, le fluor, le chlore, le brome et le phosphore.



Figure (07) : Image des deux allotropes de Se gris et rouge.

Il est existé sous forme de séléniure, Se élémentaire, sélénite, sélénate.

Les degrés d'oxydation du Se sont nombreux (-2, 0, +2, +4, +6). Il peut former des sels oxygénés ou réaliser des liaisons covalentes. Ainsi il peut être présent sous sa forme métallique libre mais aussi sous formes minérales et organiques (**Figure08**)liées à d'autres éléments tel que le plomb et le cadmium, les aminoacides et les protéines. Les formes du Se les plus couramment rencontrés sont présentées dans le**Tableau 01**(Läuchli., 1993 ; Reddy et Massaro.,1983).



Figure(08): forme organique de Se.(Läuchli., 1993).

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau(01) : Les formes du Se les plus couramment rencontrés.

Dénomination	Formule chimique	Etat d'oxydation	Abréviation
Composés inorganiques Sélénite Séléniate Dioxyde de Se = anhydride sélénieux Sélénure d'hydrogène = hydruure de Se Sélénure de métaux Sélénure inorganique	H ₂ SeO ₃ , HSeO ₃ ⁻ , SeO ₂ ⁻³	+IV	
	H ₂ SeO ₄ , HSeO ₄ ⁻ , SeO ₄ ²⁻	+IV	
	SeO ₂	+VI	
	H ₂ Se, HSe ⁻ , Se ²⁻	-II	
	Mse		
Composés organiques Sélénométhionine Homologue de la méthionine (acide aminé soufré) Sélénocystéine Homologue de la cystéine (Acide aminé soufré) Diméthyle sélénure Diméthyle disélénure Iontriméthyl sélénonium	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{-Se-(CH}_2\text{)}_2\text{-CH-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	-II	
	$\begin{array}{c} \text{H-Se-CH-NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	-II	Se-Met
	CH ₃ -Se-CH ₃		Se-Cys
	CH ₃ -Se-Se-CH ₃		
	(CH ₃) ₃ Se	-II	DMSe
			DMDSe
			TMSe

III.2. Source et dose recommandée en sélénium

III.2.1. Dans la nature

On trouve l'élément sous forme de Se dont le plus commun et la zorring, Se de plomb et de cuivre on trouve fréquemment le Seavec le soufre libre et dans nombreux sulfure .il est généralement extrait du grillage de sulfures naturel(he et al .,2005; Malisa.,2001).

III.2.2. Dans l'alimentaire

Le Se se trouve exclusivement sous forme de composé organique. Il est présent dans les végétaux et les tissus animaux. Par exemple, le thon peut contenir jusqu'à 6,2 mg Se/kg de matière sèche, le saumon et le hareng possèdent jusqu'à une concentration moyenne de 1,9 mg/kg de matière sèche. Les fruits et les légumes verts, de même que le lait et les produits laitiers ne contiennent que des quantités infimes de Se (**Pedrero et Madrid, 2009; Rezanka et Sigler, 2008**).

Selon le **tableau02** la dose journalière de Se recommandée a été fixée par le *Nutrition Board* américain à 70µg pour l'homme et à 55 µg pour la femme en dehors de la grossesse (65 µg) ou de l'allaitement (75 µg) avec un maximum de 500 µg. Le **tableau02** résume ces données en fonction de l'âge et du sexe. (**Habib et al., 2018**).

Tableau(02):La dose journalière de Se.

Categories	Agés	Apports recommandés (µg)
Enfant	0 à 6 mois	10
	6 mois à 1 an	15
	1 an à 6 ans	20
	7 ans à 10 ans	30
	Garçons	40
	Filles	45
	15 ans	50
Homme	16 ans à 18 ans	50
	Plus de 19 ans	70
Femme	16 ans à 18 ans	50
	Plus de 19 ans	55
	Enceinte	65

III.3. Métabolisme du Sélénium

Le métabolisme du Se emprunte différentes voies selon la forme chimique, sa concentration et la voie d'administration.

III.3.1. Voie de pénétration

La principale voie de pénétration du Se dans l'organisme est la voie orale. Les autres voies peuvent être transcutanées, cutanée et pulmonaire. Les voies transcutanée et cutanée représentent le mode de pénétration du Se sous forme de sélénure de Se qui est présent dans certains shampoings antipelliculaires et qui est plus facilement absorbé par un épithélium enflammé ou endommagé. Quant à la voie pulmonaire, ce sont le Se élémentaire et le sélénure d'hydrogène (H_2Se) qui se forme par décomposition des sélénures en milieu acide ou aqueux, qui sont surtout absorbés (Hadrup et Ravn-Haren., 2021).

III.3.2. Absorption

L'absorption de Se est un processus complexe qui implique de nombreux facteurs. Les différentes formes de Se (organiques et inorganiques) sont absorbées par l'intestin (Niels et Ravn-Haren., 2021). L'absorption cutanée est possible (Chih-hung Lin et al., 2011).

III.3.3. Métabolisme du sélénium

Le métabolisme du Se n'est pas totalement élucidé mais le foie joue un rôle central. En général, le corps humain métabolise les formes diverses comme sélénite en sélénure d'hydrogène H_2Se . Ce dernier joue un rôle central dans le métabolisme du Se, car il est rapidement conjugué au glutathion sous forme de sélénodiglutathion au niveau cellulaire). Entre autres, le Se de SeMet, consommé sous forme de protéines alimentaires et/ou compléments alimentaires, est ainsi transféré afin de former la forme biologique du Se qui est l'acide aminé sélénocystéine (SeCys) qui va être utilisée pour produire des sélénoprotéines (Nielset Ravn-Haren., 2021). (Figure 09). Métabolisme du Se inorganique chez l'homme.

Figure (09): Schéma du métabolisme du Se chez l'homme (Rayman ., 2008).

III.3.4. Excrétion de Sélénium:

Le Se non absorbé ou qui provient des sécrétions digestives est évacué par les fèces, représentant ainsi environ 35% du taux total de Se éliminé. La voie principale d'élimination est l'urine, qui constitue environ 60% du Se total éliminé. Dans des conditions normales, les pertes

par la respiration, la salive et la transpiration sont négligeables, mais peuvent augmenter en cas d'apport important en Se. La perte par la voie cutanée a été étudiée par certains auteurs, qui ont noté une perte quotidienne d'environ 1µg/j (**Niels et Ravn-Haren.,2021**).

III.4. Rôle du Sélénium

Le Se est un élément qui joue un rôle important dans de nombreuses fonctions biologiques. Il est notamment connu pour son rôle d'antioxydant, fonction thyroïdienne, au système immunitaire et anticancéreux.

III.4.1. Rôle antioxydant

Le Se joue un rôle crucial en tant qu'antioxydant. Il est un composant clé de la glutathion peroxydase (GSHpx), une enzyme qui protège les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres et leurs effets toxiques (**Tinggi.,2008**).

III.4.2. Sélénium et cancer

Le Se pourrait inhiber la carcinogénèse, par augmentation de la réponse immunitaire primaire, en protégeant les cellules contre les oxydations aberrantes, et en diminuant la formation de métabolites cancérogènes. Il a un rôle comme inhibiteur de la croissance tumorale et comme toxique spécifique vis-à-vis des cellules tumorales. (**Song et al.,2018**).

III.4.3. Autre rôle biologique

Le Se est associé avec de multiples protéines dans de nombreux organes, mais le rôle physiologique de ces composés reste largement méconnu, une sélénoprotéine identifiée dans le muscle humain. Il puisse être corrélé à des niveaux de Se faibles, une concentration élevée en Se ou une supplémentation en Se ont montré une réduction du risque de maladies thyroïdiennes auto-immunes, des effets antiviraux et une augmentation de la reproduction réussie chez les hommes et les femmes. Bien qu'il existe des preuves solides que le Se joue un rôle important dans la fonction cérébrale normale (**Gajdosechova et al.,2018**) .

III.5 Carence et toxicité du Sélénium

Le Se est un élément qui présente un double aspect à faible dose, il est un nutriment indispensable pour la vie, tandis qu'à des doses élevées, il peut devenir toxique. Les cas d'intoxication au Se chez l'être humain sont rares, en revanche, les carences en Se sont courantes. Un apport excessif en Se peut entraîner une intoxication, mais cela ne survient généralement pas

avant un apport quotidien de 1 000 µg/j. Selon l'OMS, le Se inorganique est plus toxique que le Se organique, et parmi les formes minérales, le sélénite est considéré comme plus toxique que le séléniate, à la fois in vitro et in vivo (**Hadrupa et al.,2020**). Les mécanismes de toxicité du Se restent inconnus. Une carence totale du Se provoque une cardiomyopathie mortelle (maladie de Keshan) ou augmenter les risques cardiovasculaires ou de cancer. Une carence en Se réduit le nombre de cellules de Langerhans de l'épiderme, un effet qui pourrait compromettre l'immunité cutanée.

IV.Activités biologiques

La figure ci-dessous résume les principales activités biologiques des Zn-SeNPs:

Figure (10) : Modèle différentes activité de SeNPs.(**sarkar et al .,2015; ferro et al .,2021**).

IV.1. Activités anti-oxydants

Les antioxydants sont s'agit d'une combinaison d'éléments et de composés qui ont la capacité de prévenir ou de ralentir le processus d'oxydation en protégeant d'autres composés de l'axone. Les antioxydants se trouvent dans le corps de l'organisme sous forme de co-enzymes ou de composés contenant une capitulation réduite comme le Glutathione. Les antioxydants se trouvent aussi naturellement dans les légumes, les fruits, les céréales et la plupart des herbes médicinales. Il protège également l'action des radicaux libres. Les systèmes antioxydants sont divisés en systèmes enzymatiques (SOD,GSH...) et non enzymatiques (vit C et vit E...), des éléments minéraux Se du zinc ,du cuivre Il joue un rôle important dans le mécanisme antioxydant, quelques recherches ont étudié l'activité antioxydant des SeNPs (**Kong et al. ,2014 ; Sarkar et al. ,2015 ; Cai et al.,2017**). (Figure11) mécanismes des anti-oxydant des Se nanoparticule.

IV.2. Activités anti-inflammation

La réaction inflammatoire est la réponse de l'organisme à une agression dont l'origine est physique (chaleur, froid, rayonnements ionisants...) ou exogène par des éléments solides (des pathogènes microbiens, des piqûres d'insecte, des produits chimiques ou biologiques) ou liée à des éléments endogènes tels que des composés issus de la réaction immunitaire (complexes immuns, anticorps cytotoxiques, cytokines...). Quelle que soit la nature du facteur déclenchant, les manifestations de la réponse inflammatoire seront les mêmes mais avec des intensités et des durées variables. (**XUE et al., 2018; NDIAYE et al., 2006**).

IV.2.2. types d'inflammation

✓ Inflammation aigue

L'inflammation aigue est la réponse immédiate de l'organisme à un agent agresseur. Sa durée varie de quelques jours à quelques semaines, elle comporte trois phases:

- Une phase vasculaire immédiate avec dilatation et perméabilisation des vaisseaux.
- Une phase cellulaire consécutive marquée par un afflux de polynucléaires et macrophages, libération d'enzymes, de phagocytose et production de lymphokines.
- Une phase de résolution, régénération et cicatrisation correspondant à la synthèse du collagène par les fibroblastes **(WEILL et al., 2003 ; CHARLES et al., 2010)**.

✓ Inflammation chronique

L'inflammation chronique est une inflammation prolongée, caractérisée par sa persistance dans le temps, elle peut durer plusieurs semaines voire plusieurs années **(IWALEWA et al., 2007 ; Charles et al., 2010)**. Dans ce type de réponse, les phénomènes d'inflammation, de destruction tissulaire et de réparation coexistent tout au long de l'évolution de l'inflammation, contrairement l'inflammation aigue. Par conséquent, les tissus ne se régénèrent pas correctement et un phénomène de cicatrisation pathologique s'installe **(WEILL et al., 2003)**. Selon des études, les anti-inflammatoires peuvent être divisés en deux types, à savoir les anti-inflammatoires stéroïdiens et les anti-inflammatoires non stéroïdiens **(DOMIATI et al., 2016 ; HAWKEY et LANGMAN., 2003)**.

Un effet anti-inflammatoire est observé in vivo chez les rats Kunming femelles avec le SeNPs avec palladium. Ont montré une capacité plus forte à réduire l'inflammation. Les résultats montrent la même tendance avec trois cytokines pro-inflammatoires (TNF- α , IL-6 et IL-1 β), Les NPs ont également de bons effets anti-inflammatoires in vivo. **(ZHENG et al., 2021)**, (Figure 12) mécanismes des Anti-inflammatoire des Se nanoparticule.

IV.3. Activité anti-hémolyse

IV.3.1. hémolyses

L'hémolyse est un phénomène irréversible au cours duquel les hématies sont détruites et libèrent leur contenu cellulaire notamment l'hémoglobine (Hb) **(kato et al., 2017)**. Le degré d'hémolyse peut être régulé soit par :

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

✓ Des facteurs intracellulaires : qui peuvent être l'état de la membrane, le métabolisme énergétique intracellulaire, la structure de l'hémoglobine.

✓ Des facteurs extracellulaires : tels que le plasma, l'état anatomique de l'appareil circulatoire et l'état fonctionnel du système mononuclé phagocytaire (macrophages, monocytes et leurs cellules souches)

On peut distinguer deux types d'hémolyses, l'une est physiologique et l'autre est pathologique (hyper hémolyse) :

IV.3.2.1.hémolyse physiologique

Consiste en la destruction du globule rouge ayant atteint sa durée de vie maximale (120 jours). Le vieillissement naturel de la cellule se traduit par des modifications biochimiques, morphologiques ou de plasticité, induisant sa phagocytose par le système des phagocytes mononuclées. Ce processus n'a pas de répercussions cliniques ou biologiques et se déroule essentiellement dans la moelle osseuse, et à moindre mesure dans la rate, le foie et la circulation sanguine (**Mezzour et al., 2006**).

IV.3.2.2.hémolyse pathologique

Dont la cause est le vieillissement prématuré des globules rouges qui sont détruits de façon exagérée et indépendamment de leur âge. Cela entraîne une anémie hémolytique grave (**VENTAKA et al., 2016**). Peut-être causée par plusieurs facteurs, tels que des infections (**Mégarbane, 2008**), des réactions immunitaires (**Mégarbane, 2008**), des médicaments (**Wautier et Rouger, 2001**), des maladies génétiques ou des troubles de la coagulation sanguine. Les conséquences peuvent inclure une anémie, une jaunisse, une insuffisance rénale et d'autres complications graves.

IV.3.3.anti-hémolytiques

IV.3.3.1.Action des anti-hémolytiques synthétiques

Un médicament anti-hémolytique retarde ou inhibe la lyse des globules rouges. Plusieurs existent, Un certain nombre de substances synthétiques anti- hémolytiques qui réduit l'hyper-hémolyse, sont disponibles. Le choix du traitement se porte notamment sur la prescription de fer, de vitamine B12 et d'acide folique corticoïdes (**BACHHY et al., 2015**).

✓ **Le fer** : Le rôle physiologique du fer est la synthèse de l'hème dans la mitochondrie. Le Fe^{2+} et la proto-porphyrine vont donner l'hème, qui passe alors dans le

cytoplasme. L'hème ensuite s'associe aux sous unités de globine α et β pour former l'hémoglobine. Quand l'équilibre en fer est rompu (manque d'apport ou pertes élevées), l'organisme fait appel aux stocks de ferritine et d'hémosidérine. Lorsque ces stocks sont épuisés, on observe alors une diminution du fer plasmique l'érythropoïèse est ralentie, les érythroblastes s'appauvrissent en granules ferrugineux et les sidérolites disparaissent progressivement, l'anémie s'installe

✓ **Vitamine B12 et B9 (cobal amine et acide folique):** dites anti mégaloblastiques sont indispensables à la physiologie de l'hématopoïèse. En cas de carence de l'une de ces deux vitamines une hématopoïèse inefficace s'installe aboutissant à un état pathologique nommé «anémie mégaloblastique » où les taux sanguins de plaquettes, de globules blancs et des globules rouges seront diminués. La conséquence commune aux modes d'action de la vitamine B12 et des folâtrés est d'intervenir au niveau cellulaire dans la synthèse de l'ADN, une carence de ces vitamines se traduira par un trouble cellulaire très particulier dans lequel la division cellulaire (ADN) sera affectée (**Dubost et Dupuis, 2011**).

Le domaine de la recherche scientifique investit de nouvelles substances anti hémolytiques d'origine végétale, Un régime sans Se entraîne un dysfonctionnement du foie et des processus hémolytiques (**Neha Bisht et al., 2022**), Il y a peu d'études sur cela Se nanoparticule., nous avons testé in vitro l'activité anti-hémolytiques de SeNPs, sur la valorisation du sang humain.

IV.4. Activités anticoagulantes

La coagulation est un phénomène physiologique, procédant en cascade et faisant intervenir plusieurs protéines plasmatiques. Ce processus une fois mis en jeu aboutit à la formation d'un caillot (un clou plaquettaire), qui dans le fonctionnement physiologique non pathologique permet de freiner ou de juguler les hémorragies. Dans les thérapies anticoagulantes, héparine de synthèse ou d'origine animale et de bas poids moléculaire l'héparine sont les seuls sulfates de polysaccharides utilisés (**Necas et Bartosikova., 2013**). Ces composants ont des effets indésirables, tels que la thrombocytopénie, et, par conséquent, des ressources alternatives pour les agents anticoagulants sont actuellement recherchées. A cet effet, nous avons testé in vitro l'activité anticoagulante de Se nanoparticule, sur la valorisation du sang humain dosages du temps de prothrombine (PT) et du temps de thromboplastine partielle activée (APTT), le temps de thrombine (TT).

IV.6. Activités antimicrobienne

Les êtres vivants sont susceptibles d'être infectés par des microbes entraînant de nombreuses maladies et suscitant de graves préoccupations de santé. De nos jours, la plupart des organismes pathogènes sont devenus résistants aux médicaments en raison de l'utilisation constante d'une large gamme d'antibiotiques. En particulier, les microorganismes et les champignons multirésistants deviennent profondément irrésistibles car ils ont acquis une protection contre pratiquement tous les médicaments antimicrobiens disponibles. Par conséquent, des antibiotiques sont développés pour le traitement de ces maladies infectieuses. Existe une variété de NPs métalliques ainsi que des oxydes métalliques et leurs combinaisons qui ont été documentés comme des agents antimicrobiens potentiels. Les SeNPs acquièrent des propriétés antibactérienne et antifongiques pour diverses applications (**Neha Bisht et al., 2022**).

IV.6.1. Micro-organismes utilisés dans les tests antimicrobiennes

✓ Escherichia coli

C'est une bactérie à Gram négatif, commensal du tube digestif de l'homme et de l'animal et qui appartient à la famille des Entérobactéries. Elle est de forme non sporulée, de type aérobie facultative et généralement mobile grâce aux flagelles. Sa longueur varie de 2 à 6 μm alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 μm . *E. coli* représente la bactérie la plus impliquée dans les infections aiguës de l'appareil urinaire, elle provoque également les diarrhées d'été, diarrhée infantile et les intoxications alimentaires (**Kaper et al., 2004**).

✓ Staphylococcus aureus

Ce sont des cocci Gram positif appartenant à la famille des Micrococcaceae avec un diamètre de 0,5 à 1,5 μm , de forme non sporulée qui tendent à se grouper en paires et en petites chaînes et habituellement non capsulée ou possédant des capsules limitées. Elles sont anaérobies facultatives. *Staphylococcus aureus* représente l'agent commun des infections postopératoires de blessures, endocardite aiguë et intoxication alimentaire (**Dworkin et al., 2007**).

✓ Pseudomonas aeruginosa

Ce sont des bacilles Gram négatif, de forme non sporulée, elles sont aérobies et mobiles grâce à la présence de 1 à 2 flagelles. Ces bactéries synthétisent deux principaux types de pigments pyocyanine : bleue phénazine, pyoverdine : jaune vert. Il s'agit de bactéries résistantes à plusieurs antibiotiques. *Pseudomonas aeruginosa* est responsable de 16% des cas de pneumonie nosocomiale, 12% des infections urinaires et 8% des infections suites aux blessures chirurgicales (**Percival et al., 2004**).

✓ **Salmonella**

Bacille à Gram négatif appartenant à la famille des Enterobacteriaceae et au genre Salmonella. Ce genre comporte 2 espèces (*S. enterica* et *S. bongori*). C'est la première cause de toxi-infections alimentaires collectives bactériennes dans le monde. Elle est l'une des préoccupations majeures des laboratoires de contrôle de qualité alimentaire. *S. Typhimurium* est largement répandue dans les différents réservoirs animaux (porcs, bovins, volailles...) et dans certaines denrées destinées à l'homme (**Medjbar.,2008**).

✓ **Klebsiella pneumoniae**

Non mobiles, capsulés avec colonies à aspect de muqueuses sensibles à la Gentamicine, la Kanomycine, la Céphalosporine et la Polymyxine B mais pas sensibles à la pénicilline. Commensales du tube digestif, elles provoquent des infections urinaires ou respiratoires, parfois compliquées de septicémies et d'infections nosocomiales.

Les Klebsiella sont des Enterobacteriaceae à bacilles gram négatif, immobiles et capsulés (sauf 6 % des souches de *K. pneumoniae* subsp. *pneumoniae*). Elles sont abondantes dans le sol et les eaux et sont des fixateurs de l'azote atmosphérique (**Berrada N., 2013**).

✓ **Candida albicans**

Actuellement, le genre *Candida* comprend 81 espèces de champignons levuriformes. *Candida albicans* est le plus souvent à l'origine de la plupart des manifestations pathologiques chez l'homme. On la rencontre habituellement, à l'état saprophytique, dans le tube digestif de l'homme et, par contiguïté, elle peut être retrouvée au niveau de la muqueuse vulvo-vaginale, ou de la bouche. Mais on ne retrouve qu'exceptionnellement *Candida albicans* au niveau de la peau. Cette espèce est responsable de plus de 80% des infections connues sous le terme de candidose, comme les infections superficielles cutanées et superficielles muco-cutanées (**Aaron et al.,2010**).

PARTIE
MATERIEL ET
METHODE

Le travail expérimental que nous avons réalisé a été effectué au sein du laboratoire de recherche de toxicologie et Biochimie Analytique de la faculté des Sciences de la nature et de vie université Elchahide HAMMA Lakhdar ELOUED, durant la période comprise Novembre 2022 puis mars de l'année 2023.

Au cours de cette étude, Nous avons en premier lieu déterminé la préparation de SeNPs, pour ensuite en évaluer les effets biologiques et photo-catalytique.

V.1 .Préparer un échantillon de sélénium nanoparticule

V.1.4. Rendement de l'échantillon

Nous constatons que toutes les expériences précédemment étudiées dépendent de la préparation d'un bon échantillon, et pour dire que l'échantillon est bon, nous calculons le rendement de cet échantillon. **(Gazengel et Orecchiono., 2013).**

Pour le calcul on a la relation suivante

$$R\% = (\text{Poids finale} / \sum \text{poids d'échantillant initial}) \times 100$$

V.2. Cristallisation d'échantillon

V.2.1 Technique Diffraction des rayons X (DRX)

La taille et la pureté cristallines étaient caractérisées par une Diffractomètre à rayons X (Philips PAN analytical) utilisant Cu-Rayonnement $K\alpha$ de longueur d'onde $\lambda = 1,541 \text{ \AA}$ de Zn-SeNPs dimensionnées. La taille cristalline de la préparation nanoparticules a été déterminée en utilisant l'équation de Scherrer comme suit $D \approx 0,9\lambda/\beta\cos\theta$, où D est le cristallite, λ est la longueur d'onde des rayons X. θ est l'angle de Bragg en radians, et B est la pleine largeur à mi-hauteur du pic en radians. **(Venkatesan Alagesan et al.,2018)**

V.2.1.1. Principe de technique

DRX signifie Diffraction X-ray ou X Ray Diffraction c'est une technique scientifique couramment utilisée pour étudier la structure atomique et moléculaire des matériaux ; la technique consiste à faire briller un faisceau de rayons X sur un matériau cristallin et à mesurer les angles et les intensités des rayons X qui sont diffractés par le matériau. **(Suresh., 2016)**

Le diagramme de diffraction produit par les rayons X fournit des informations sur l'arrangement des atomes ou des molécules dans le cristal. Les positions des rayons X diffractés sont liées à l'espacement entre les atomes ou les molécules dans le réseau cristallin, tandis que les intensités des rayons X diffractés reflètent l'arrangement des atomes ou des molécules dans le cristal. **(Coelho .,2018).**

V.2.1.2. Mode d'opérateur

✓ La préparation des échantillons

Domaine 01-80°.

V.3. activités biologiques

V.3.1. activités antioxydants

Les antioxydants sont des substances qui aident à protéger les cellules de notre corps contre les dommages causés par les radicaux libres qui sont des molécules instables produites par le métabolisme normal du corps et par des facteurs externes tels que la pollution les rayons UV et le tabagisme. Les recherches ont montré que les antioxydants peuvent être efficaces pour prévenir ou réduire les dommages causés par les radicaux libres qui ont été associés à plusieurs maladies chroniques notamment les maladies cardiovasculaires le cancer et le vieillissement. **(Sesso et al .,2021).**

V.3.1.1. Technique de DPPH

V.3.1.1.1. Principe

La méthode de piégeage du radical libre DPPH est largement utilisée pour évaluer le pouvoir antioxydant des Zn dopé Se Les antioxydants réduisent le radical DPPH(2,2diphényl-1-picrylhydrazyle) ayant une couleur violette en un composé jaune(2,2diphényl-1-picrylhydrazine)

Dans cette technique, l'effet antioxydant peut être facilement évalué en suivant la diminution de l'absorption de DPPH et la réaction est contrôlée à 517 nm.**(BRANDWILLIAMS et al., 1995 ; KRIMAT et al., 2017).**

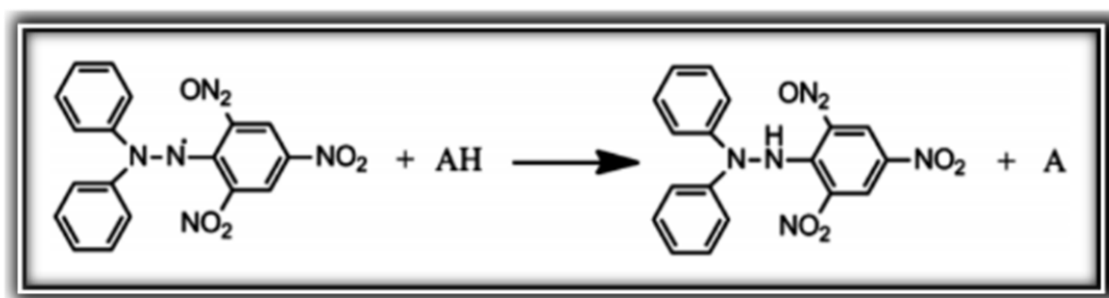


Figure (13) :la réduction de test DPPH (SIRIVIBULKOVIT et *al.*, 2018).

V.3.1.1.2. Mode d'opérateur

✓ **Solution de DPPH est préparé par :**

04 mg DPPH poudre dans 100ml méthanol 90%

Stabilisation dans réfrigère 1ou2 heur (la conservation de la préparé 4 et5 jour dans 2/5 C et l'obscurité.

$$I\% = [(Abs\ contrôle - Abs\ test) / Abs\ contrôle] \times 100$$

En même temps, lors de la préparation de cette expérience, nous préparons une expérience parallèle d'acide ascorbique avec des concentrations graduées, et la première concentration est le contrôle.(**Pourrut.,2008**)

Mélange les acides ascorbiques déferant concentration DPPH préparé incube 30mn dans température ambiance et lue dans spectrophotomètre (**Afshari et *al.*,2015**)

V.3.1.2. Technique de FRAP

V.3.1.2.1. Principe

La réduction du fer des l'échantillon de sélénium nanoparticule de a été déterminée selon la méthode de **OYAIZU (1986)** La méthode est basée sur le changement de couleur de l'échantillon du vert au bleusel on la puissance de réduction de chaque composé. La présence des réducteurs(antioxydants) provoque la réduction du complexe Fe³⁺/ferricyanure (forme ferrique) en forme ferreux. L'absorbance est mesurée à 700 nm (**FERREIRA et *al.*, 2007**).

V.3.1.3. Teste de blanchement B-carotène

V.3.1.3.1. Principe

Le teste de blanchement est une méthode utilisée pour détermine la présence de peroxyde d'hydrogène (eau oxygène) dans une solution. Le principe de ce test est que le peroxyde d'hypogèneré agit avec une substance appelée iodure de potassium pour former de l'iode et de l'eau. L'iode ainsi forme réagit ensuite avec l'amidon pour produire un complexe bleu -noir caractérisation.

Le test de blanchiment peut être effectue en ajoute quelque gouttes d'une solution à tester suivies de quelque goutte d'une solution d'amidon. Si du peroxyde d'hydrogène est présent dans la solution la couleur de la solution deviendra bleu-noir. Si le peroxyde d'hydrogène est absent la solution restera incolore.

Ce test est souvent utilisé pour vérifier la présence de peroxyde d'hydrogène dans les produits de blanchiment dentaire ou dans les solutions utilisées pour désinfecter les surfaces. Cependant il convient de noter que d'autres substances telles que les hypochlorites peuvent positive lors de ce test. Par conséquent il est important de confirmer les résultats du test de blanchiment avec d autre méthodes d'analyse si une détermination précise de la composition de la solution est nécessaire. (Laguerre et al., 2007)

V.3.1.3.2. Mode d'opérateur

L'activité antioxydant des extraits est évaluée en termes de blanchiment en emplois la formule suivante :

$$\%=[AA(120)-AC(120)/AC(0)-AC(120)]*100$$

AA (120): représente l'absorbance de l'extrait à 120 min.

AC(0): représente l'absorbance du contrôle à 120 min.

AC(120) : représente l'absorbance du contrôle à 0 m

V.3.2. Test anti- inflammatoire

L'activité anti inflammatoire en vitro de sélénium nanoparticule. Est effectuée selon la méthode d'inhibition de la dénaturation des protéines. (chandra et al .,2012).

V.3.2.1. Principe

Cette technique est basée sur la capacité de molécule empêcher la dénaturation (**chandra et al .,2012**).

Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{inhibition} = (\text{Abs test} / \text{Abs control} - 1) * 100$$

V.3.3. Activités anti hémolytique

V.3.3.1. Principe

Le globule rouge est constitué des éléments cellulaires, y compris la membrane, qui est d'une grande importance pour la protéger de certains éléments qui entraînent des maladies.

Pour le prouver, nous faisons des expériences pour observer et évaluer la capacité du composé à protéger les cellules du stress et du stress excessif, qui repose sur leur destruction. Il est considéré comme un modèle expérimental important à ce stade. (**Shobana et Vidhya .,2016**)

Toutes les tests d'hémolyse en calculent le pourcentage dans la formule suivante (**Shobana et Vidhya.,2016**)

$$\% \text{hémolyse} = (\text{abs teste} / \text{abs control}) * 100$$

V.3.4. Teste anticoagulant

L'activité anticoagulante SePNs a été évaluée in vitro vis-à-vis des deux voies de la coagulation (la voie endogène et la voie exogène) sur un pool des plasmas normaux déplaquettés et à l'aide de deux tests globaux chronométriques ; taux de thrombine (TP).

Le pool plasmatique pauvre en plaquette est un mélange de plasmas déplaquettés de 10 jeunes adultes comme volontaires sains non traités, dont les TP sont normaux et comparables le

sang de chaque volontaire est prélevé par ponction veineuse dans un tube en plastique sur une solution anticoagulante de citrate de sodium à 3,2 % et à raison de 1 volume pour 9 volumes du sang (1 : 9, v/v). Le sang est ensuite centrifugé pendant 10 minutes à 3000 rpm pour obtenir un plasma pauvre en plaquettes. Le plasma standard obtenu est conservé à basse température (4 °C) jusqu'à son utilisation (Athukorala et al., 2007).

V.3.4.1. Principe

Les tests d'anticoagulation sont utilisés pour évaluer l'efficacité des anticoagulants chez les patients. Les anticoagulants sont des médicaments qui empêchent la coagulation du sang et sont couramment utilisés pour prévenir les caillots des accidents vasculaires cérébraux des crises cardiaques et d'autres complications (Douketis et al., 2018)

Regeste des résultats par les temps de coagulation.

V.3.5. Activités photo catalytique

V.3.5.1. Principe

L'activité photo catalytique des molécules a été étudiée dans l'évaluation de la photo-dégradation du bleu de méthylène (MB) comme un composé modèle sous lumière UV-A (UVA-11W). Tous les des expériences de photo-dégradation ont été menées à l'état naturel pH et température ambiante. (Sabouri et al., 2019)

V.3.6. Activités anti Microbienne

V.3.6.1. Principe

La méthode de diffusion par disque est la méthode de référence pour confirmer la sensibilité des bactéries. La diffusion par disque standardisée a été introduite par les expériences de Bauer et Kirby en 1956. (Bauer et al., 1966 ; Bauer et al., 1960).



photo (03): Photo des matériels d'activités microbienne.

REFIRENCES

- 01 **Aaron D. Hernday, Suzanne M. Noble, Quinn M. Mitrovich, Alexander D. Johnson.** (2010) Guide to Yeast Genetics: Functional Genomics, Proteomics, and Other Systems Analysis. Chapter 31 – Genetics and Molecular Biology in *Candida albicans*. Methods in EnzymologyV 470, p737-758.
- 02 **Abid Haleem, Mohd Javaid, Ravi Pratap Singh, Shanay Rab, Rajiv Suman.** (2023) Applications of nanotechnology in medical field: a brief review. Global Health Journal.
- 03 **ABIDAT ROUKIA.** (2018) Contribution à l'étude des Décharges Plasmas à Barrière Diélectrique.Thèse de Doctorat . universite des freres mentouri constantine 1. 12/Elec/2018.
- 04 **Afshari, H., Kalantari, S., & Karapinar, E.** (2015). Solution of fractional differential equations via coupled fixed point. Electron. J. Differ. Equ, 286(1), 2015.
- 05 **Athukorala Y., Jung W K., Vasanthan T., Jeon Y. J.,** (2006).- An anticoagulative polysaccharide from an enzymatic hydrolysate of Ecklonia cava. Carbohydrate Polymers, vol. 66: 184-191
- 06 **Athukorala, Y., Lee, K. W., Kim, S. K., & Jeon, Y. J.** (2007). Anticoagulant activity of marine green and brown algae collected from Jeju Island in Korea. Bioresource technology, 98(9), 1711-1716.
- 07 **BACHY E., HOUOT R. et DONY A.** (2015).Hématologie adulte et pédiatrique, Onco Hématologie (Ellipses) 9,44-46.
- 08 **Baig .N, I. Kammakakam, W. Falath, I. Kammakakam, Nanomaterials:** (2021) A review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges, Mater. Adv. 2 1821–1871.
- 09 **Bauer, A.W., D.M. Perry, and W.M.** (1960) Kirby, Drug usage and antibiotic susceptibility of staphylococci. Journal of the American Medical Association, 173(5): p. 475-480
- 10 **Bauer, A, turck, Turck M.** (1966) Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. American journal of clinical pathology,. 45(4): p. 493
- 11 **Barros, L., Baptista, P., & Ferreira, I. C.** (2007). Effect of Lactarius piperatus fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several

biochemical assays. Food and chemical Toxicology, 45(9), 1731-1737

- 12 **Berrada N.**, (2013). L'athérombose : la maladie et les avancées thérapeutiques des vingt dernières années. Thèse de docteur en pharmacie, université d'Angers, France.151p.
- 13 **BijoyBhattacharyya.**(2015) Chapter 13 - Nanofeatures on Metals and Semiconductors for Nanotechnology Applications. Micro and Nano Technologies, Pages 241-258.
- 14 **Biplab Sarkar, Surajit Bhattacharjee, Akshay Daware, Prosun Tribedi, K. K. Krishnani and P. S. Minhas.** (2015) Selenium Nanoparticles for Stress-Resilient Fish and Livestock. Research Letters 10:371.
- 15 **Boholm .M,** (2016) The use and meaning of nano in American English: Towards a systematic description, Ampersand. 3 P 163–173.
- 16 **BRAND-WILLIAMS W., CUVELIER M. E., BERSET C.** (1995)- Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT -Food Science and Technology, vol.28(1): P 25–30
- 17 **Chandra, S., Chatterjee, P., Dey, P., & Bhattacharya, S.** (2012). Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2(1), S178-S180.
- 18 **CHARLES N.S., PETER A.W. et DEREK W.G.** (2010). Fundamentals of Inflammation. Cambridge University Press. 2-3.
- 19 **Chih-hung Lin, Chia-lang Fang, Saleh A Al-suwayeh, Shih-yun Yang andJia-you Fang.** (2011) In vitro and in vivo percutaneous absorption of seleno-L-methionine, an antioxidant agent, and other selenium species.Acta Pharmacol Sin. 32(9) 1181–1190.
- 20 **Chuping Zheng, Aiping Wu, Xinyun Zhai, Hong Ji, Zhikang Chen, Xu Chen, Xiyong Yu.** (2021) The cellular immunotherapy of integrated photothermal anti-oxidation P de Se nanoparticles in inhibition of the macrophage inflammatory response in rheumatoid arthritis.Acta Pharmaceutica Sinica B;11(7):1993e2003.
- 21 **Coelho, A. A** (2018). TOPAS and TOPAS-Academic: An optimization program integrating computer algebra and crystallographic objects written in C++. *Journal of Applied Crystallography*, 51(1), 210-218.
- 22 **Correa, M., et al.** (2022), antimicrobial metal-based nanoparticles: a review on their

synthesis, types and antimicrobial action Open Access. Beilstein Journal of Nanotechnology, 2020. 11: p. 1450-1469.

- 23 **Cláudio Ferro, Helena F. Florindo, and Hélder A. Santos.** (2021) Selenium Nanoparticles for Biomedical Applications: From Development and Characterization to Therapeutics. *Healthcare Mater*, 10, 2100598.

- 24 **Deepak Kumar Dash, Rajni Kant Panik, Anil Kumar Sahu and Vaibhav Tripathi.** (2020) Role of Nanobiotechnology in Drug Discovery, Development and Molecular Diagnostic intechopen 92796..

- 25 **DOMIATI S., EL-MALLAH A., GHONEIM A., BEKHIT A and EL RAZIK H. A.,** 2016- Evaluation of anti-inflammatory, analgesic activities, and side effects of some pyrazole derivatives. *Inflammopharmacology*, vol 24: 163–172.

- 26 **Douketis, J. D., Spyropoulos, A. C., Kaatz, S., Becker, R. C., Caprini, J. A., Dunn, A. S., ... & Ortel, T. L.** (2015). Perioperative bridging anticoagulation in patients with atrial fibrillation. *New England Journal of Medicine*, 373(9), 823-833

- 27 **Dubost, E., Dupuis, A. (2011).** La prise en charge des anémies par carence. *Actualités pharmaceutiques hospitalières*, 7(26): 10-17.

- 28 **Dworkin M.M. et FALKOW S.,** (2006). *Proteobacteria: Gamma subclass*. Ed. Springer, New York. p.1248.

- 29 **Ealias .A.M.,. Saravanakumar M.P,** (2017) A review on the classification, characterization, synthesis of nanoparticles and their application, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 263 032019.

- 30 **Fatemeh Rezaei , Patrick Vanraes , Anton Nikiforov , Rino Morent and Nathalie De Geyter.**(2019) Applications of Plasma-Liquid Systems: A Review. *Materials*12(17)..

- 31 **Gazengel J M., Orecchioni A M.,**(2013). - *Le préparateur en pharmacie* (Coll. Guide Théorique et Pratique), Ed LAVOISIER éme Éd. Paris,1761

- 32 **Habib Ullaha , Guijian Liua,b, Balal Yousafa , Muhammad Ubaid Alia , Qumber Abbasa , Mehr Ahmed Mujtaba Munira , Md Manik Mian.** (2018) Review Developmental selenium exposure and health risk in daily foodstuffs: A systematic review and meta-analysis. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 149 291–306.

- 33 **Hagen J.** (2006). Industrial catalysis: a practical approach/Jens Hagen, 2nd edn. Wiley, Weinheim
- 34 **Harsh B. Jadhav, Uday Annapure.** (2021) Consequences of non-thermal cold plasma treatment on meat and dairy lipids –A review. *Future Foods* 4 100095.
- 35 **HAWKEY C. J., and LANGMAN M. J. S.,** (2003).- Non-steroidal anti-inflammatory drugs: overall risks and management. Complementary roles for COX-2 inhibitors and proton pump inhibitors. *Gut*, vol 52: 600–608.
- 36 **He Z L., Yang X.E., Stoffella P J.** (2005), *Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment*. Journal of trace elements in medicine and biology., vol 19, pp 125-140.
- 37 **Hoffman J. E. and King M. G.** (1997). Selenium and selenium compounds. In: *Encyclopedia of Chemical Technology*, J. I. Kroschwitz and M. H. Howe-Grant (eds.), John Wiley & Sons, New York, USA, pp. 686–719.
- 38 **Hosseini, S. A., Niaei, A., Salari, D., & Nabavi, S. R.** (2012). Nanocrystalline AMn₂O₄ (A= Co, Ni, Cu) spinels for remediation of volatile organic compounds—synthesis, characterization and catalytic performance. *Ceramics International*, 38(2), 1655-1661.
- 39 **Huiling Kong, Jixin Yang, Yifeng Zhang, Yapeng Fang, Katsuyoshi Nishinari, Glyn O. Phillips.** (2014) Synthesis and antioxidant properties of gum arabic-stabilized selenium nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules* 65 155–162.
- 40 **Hyo Jun Jang ,Eun Young Jung, Travis Parsons ,Heung-Sik Tae and Choon-Sang Park.** (2021) A Review of Plasma Synthesis Methods for Polymer Films and Nanoparticles under Atmospheric Pressure Conditions. *Polymers*, 13(14), 2267.
- 41 **Ikhazuagbe H. Ifijen a, Muniratu Maliki b, Bala Anegbe** (2022) Review article Synthesis, photocatalytic degradation and antibacterial properties of selenium or silver doped zinc oxide nanoparticles: A detailed review.
- 42 **IWALEWA E.O., MCGAW L. J., NAIDOO V. et ELOFF J. N.** (2007). Inflammation: the foundation of diseases and disorders. A review of phytochemicals of South African origin used to treat pain and inflammatory conditions. *African*

- 43 **James, O., et I, M, Alewo.** (2014). "In vitro antihemolytic activity of gymnema sylvestre extracts against hydrogen peroxide (H₂O₂) induced haemolysis in human erythrocytes. "Am. J. Phytomed. Clin. Ther 2: 861-869
- 44 **Jesus Mosquera, Isabel García and Luis M. Liz-Marzan.** (2018) Cellular Uptake of Nanoparticles versus Small Molecules: A Matter of Size. Acc. Chem. Res., 51, 2305–2313. [https:// DOI: 10.1021/acs.accounts.8b00292](https://doi.org/10.1021/acs.accounts.8b00292).
- 45 **Kaper J.B., Nataro J.P., et Mobley H.L.** (2004). Pathogenic Escherichia coli. Nat Rev Microbiol. 2(2); pp:123-140
- 46 **Kato, G.J., Steiberg, H.M., Gladwin, M.T.** (2017). Intravascular hemolysis and the pathophysiology of sickle cell disease. *The Journal of Clinical Investigation*, 127(3): 750-760.
- 47 **Kazemi Monireh Alireza Akbari · Hossein Zarrinfar · Saman Soleimanpour Zahra Sabouri· Mehrdad Khatami · Majid Darroudi** (2020), Evaluation of Antifungal and Photocatalytic Activities of Gelatin-Stabilized Selenium Oxide Nanoparticles.
- 48 **Khan, M. M., Adil, S. F., & Al-Mayouf, A.** (2015). Metal oxides as photocatalysts. *Journal of Saudi chemical society*, 19(5), 462-464.
- 49 **KhanI, K. Saeed, I. Khan.** (2019) Nanoparticles: Properties, applications and toxicities, Arab. J. Chem. 12 908–931.
- 50 **Koleva, I. I., Van Beek, T. A., Linssen, J. P., Groot, A. D., & Evstatieva, L. N.** (2002). Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 13(1), 8-17.
- 51 **Kris-Etherton PM, Lichtenstein AH, Howard BV** (2004) Antioxidant vitamin supplements and cardiovascular disease *Circulation*. Jun 15.110(24): P 637-641
- 52 **KRIMAT S., METIDJI H., TIGRINE C., DAHMANE D., NOUASRI A., DOB T,** (2017) Analyse chimique, activités antioxydante, anti-inflammatoire et cytotoxique d'extrait hydrométhanolique d'*Origanum glandulosum* Desf. *Phytothérapie*.1-8
- 53 **Laguerre, M., Lecomte, J., & Villeneuve, P.** (2007). Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and

challenges. Progress in lipid research, 46(5), 244-282.

- 54 **Lata, Shibani Chakravorty, Tamoghni Mitra, Prasanti Kumari Pradhan; Soumyakanta Mohanty , Paritosh Patel, Ealisha Jha, Pritam Kumar Panda, Suresh K**(2022). Verma and Mrutyunjay Suar..Aurora Borealis in dentistry: The applications of cold plasma in biomedicine.Materials Today Bio 13 1.
- 55 **Läuchli A.** (1993). Bot. Acta. 106: 455.
- 56 **Lieberman. M A, A. J Lichtenberg.** (2005) «*Principles of plasma discharges and materials processing* », A JOHN WILEY & SONS, ISBN 0-471-72001-1 ,USA
- 57 **Louered, Y., R, Haddi., M, K, Harche.** (2016). "Etude de la peroxydation lipidique chez une plante médicinale Haloxylon scoparium POMEL." Journal of Bioresources Valorization 1:(1) 28
- 58 **Malisa E P.** (2001), *The behaviour of selenium in geological processes.* Environmental Geochemistry and Health., vol 23, pp 137-158.
- 59 **Medjbar M., Bouyoucef A., Benayad T., Zerrouki K.** (2008). Caractérisation des salmonelles dans les tueries avicole de la wilaya de Blida. Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie. pp: 158-161
- 60 **Mégarbane, B.** (2008). Déficit en glucose-6-phosphate déshydrogénase : quand y penser et quelles précautions prendre ? *Réanimation*, 17: 399-406
- 61 **MercedesLópez, Tamara Calvo, Miguel Prieto, Rodolfo Múgica-Vidal, Ignacio Muro-Fraguas, Fernando Alba-Elías and Avelino Alvarez-Ordóñez.** (2019) A Review on Non-thermal Atmospheric Plasma for Food Preservation: Mode of Action, Determinants of Effectiveness, and Applications. Front. Microbio l./ 10622.
- 62 **Mezzour, H., Khelifa, A.B., Neffati, F., Douki, W., Benmor., A., Najjar, M.F.** (2006). Détermination de l'hémoglobine plasmatique et évaluation spectrophotométrique de l'hémolyse en biochimie clinique. *Revue Francophone des Laboratoires*, 386: 59-64.
- 63 **Mihae Song ,Muthu N. Kumaran,Murugesan Gounder,Darlene G. Gibbon,Wilberto Nieves-Neira,Ami Vaidya,Mira Hellmann,Michael P. Kane,Brian Buckley,Weichung Shih,Paula B. Caffrey,Gerald D. Frenkel,Lorna Rodriguez-Rodriguez.** (2018) Phase I trial of selenium plus chemotherapy in gynecologic cancers. / Gynecologic Oncology 150/478–4

- 64 **Mirco Bundschuh, Juliane Filser, Simon Lüderwald, Moira S. McKee, George Metreveli, Gabriele E. Schaumann, Ralf Schulz and Stephan Wagner.** (2018) Nanoparticles in the environment. *Sci Eur* 30:6.
- 65 **Mohan. S Bhagyaraj, O.S. Oluwafemi.** (2018) Nanotechnology: The Science of the Invisible, in: S. Mohan Bhagyaraj, O.S. Oluwafemi, N. Kalarikkal, S.B.T.-S. of I.N. Thomas (Eds.), *Synth. Inorg. Nanomater.*, Woodhead Publishing: pp. 1–18.
- 66 **Muhammad Bilal Tahir, Muhammad Sohaib and Muhammad Sagir** (2022) Role of Nanotechnology in Photocatalysis. *Encyclopedia of Smart Materials*.578-589.
- 67 **Nagendra Kumar Kaushik, Neha Kaushik, Nguyen Nhat Linh, Bhagirath Ghimire, Anchalee Pengkit, Jirapong Sornsakdanuphap, Su-Jae Lee and Eun Ha Choi** .Plasma and Nanomaterials: Fabrication and Biomedical Applications.*Nanomaterials* (Basel). 2019 Jan; 9(1): 98.
- 68 **NDIAYE M, SY GY, DIÈYE AM, TOURÉ MT and FAYE B.,**2006.- Evaluation de l'activité antiinflammatoire de feuilles d'annona reticulata (annonaceae) sur l'oedème aigu de la patte de rat induit par la carragénine. *Pharm. Méd. Trad. Afr.* vol.14: 179- 186.
- 69 **Neha Bisht, Priyanka Phalswal and Pawan K. Khanna.** (2022) Selenium nanoparticles: a review on synthesis and biomedical applications. *Mater. Adv.* 3, 1415
- 70 **Niels Hadrup, Gitte Ravn-Haren**(2021) .Absorption, distribution, metabolism and excretion (ADME) of oral selenium from organic and inorganic sources: A review.*Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 67/126801.
- 71 **Niels Hadrup, Gitte Ravn-Harenb.** (2020) Acute human toxicity and mortality after selenium ingestion: A review. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 58/126435..
- 72 **Pedrero Z. et Madrid Y.** (2009). Novel approaches for selenium speciation in foodstuffs and biological specimens: A review. *Analytica. Chimica. Acta.* 634: 135-152.
- 73 **Percival SL.** (2004) *Microbiology of waterborne diseases.* Ed. Elsevier Academic

Press, Amsterdam; Boston, p. 480

- 74 **Pourrut, B., Perchet, G., Silvestre, J., Cecchi, M., Guiresse, M., & Pinelli, E.** (2008). Potential role of NADPH-oxidase in early steps of lead-induced oxidative burst in *Vicia faba* roots. *Journal of plant physiology*, 165(6), 571-579.
- 75 **Ouchemoukh, S., Hachoud, S., Boudraham, H., Mokrani, A., & Louaileche, H.** (2012). Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *LWT-Food Science and Technology*, 49(2), 329-332.
- 76 **Rehman S, Ullah R, Butt AM, Gohar ND** (2009) Strategies of making TiO₂ and ZnO visible light active. *J Hazard Mater* 170(2–3) 560–569.
- 77 **Rahul Biswas, Mahabub Alam, Animesh Sarkar, Md Ismail Haque, Md. Moinul, Hasan Mominul Hoque.** (2022) Application of nanotechnology in food: processing, preservation, packaging and safety assessment. *heliyone* 11795.
- 78 **Rajeshwar K, Osugi ME, Chanmanee W, Chenthamarakshan CR, Zanoni M, Kajitvichyanukul P, Krishnan-Ayer R** (2008) Heterogeneous photocatalytic treatment of organic dyes in air and aqueous media. *J Photochem Photobiol C* 9(4) 171–192.
- 79 **Rajendra Awasthia , Bharat Bhushanb , and Giriraj T. Kulkarni.** (2020) Concepts of nanotechnology in nanomedicine: From discovery to applications. Targeting Chronic Inflammatory Lung Diseases Using Advanced Drug Delivery Systems, Pages 171-209.
- 80 **Rani, A, A., S, M, J, Punitha., M, Rema.** (2014). "Anti-inflammatory activity of flower extract of *Cassia auriculata*-an in vitro study." *Int. Res. J. Pharm. Appl. Sci.* 4: 57-60.
- 81 **Reddy C C., Massaro E J.** (1983), Biochemistry of selenium, a brief overview. *Fundam App Toxicol.*, vol 3, pp 341-436.
- 82 **Rezanka T. et Sigler K.** (2008). Biologically active compounds of semi-metals. *Phytochemistry*. 69: 585-606.
- 83 **Saleh. T.A, Nanomaterials** (2020): Classification, properties, and environmental toxicities, *Environ. Technol. Innov.* 20 101067.
- 84 **Samak. D.H, Y.S. El-Sayed, H.M. Shaheen, A.H. El-Far, M.E. Abd El-Hack, A.E. Noreldin, El-Naggat K, S.A. Abdelnour, E.M. Saied, H.R. El-Seedi, L.**

- Aleya, M.M. Abdel-Daim**, (2020) Developmental toxicity of carbon nanoparticles during embryogenesis in chicken, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27/ 19058–19072.
- 85 **Schaich, K. M., Tian, X., & Xie, J.** (2015). Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays. *Journal of functional foods*, 14, 111-125.
- 86 **Sesso HD, Gaziano JM, Jenkins DJ, et al** (2021) B vitamins and cardiovascular disease: Revisited After the Ageing and Nutritional Deficiency Trial (ANODE) *Circulation*;143(9):849-862.
- 87 **Shobana, S et R, Vidhya** (2016). "Evaluation of In Vitro Hemolytic Activity Of Different Parts of *Abutilon indicum* (Linn.)." *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 5(5): 1182-1196.
- 88 **SIRIVIBULKOVIT K., NOUANTHAVONG S., SAMEENOI Y.** (2018)-Paper-based dpph assay for antioxidant activity analysis. *Analyse science*, vol.34:795-80
- 89 **Tiwari. A. P and S.S. Rohiwal** (2019). Chapter 2 - Synthesis and Bioconjugation of Hybrid Nanostructures for Biomedical Applications .Hybrid Nanostructures for Cancer Theranostics *Micro and Nano Technologies*, Pages 17-41..
- 90 **Tidjhani. M. Laid.** (2021) Optimizing the biosynthesis temperature of iron oxide nanoparticles using *Moringa Oleifera* extract and study of their biological activities. these Doctorate LMD. University of Echahid Hamma Lakhdar - El Oued.
- 91 **Tsegaye Girma Asere, Gijs Du Laing.** (2020) Zn-doped CdSe nanoparticles: Impact of synthesis conditions on photocatalytic activity. *Environmental Technology & Innovation* 20 101126.
- 92 **Ujang Tinggi.**(2008) Selenium: its role as antioxidant in human health.*Environ Health Prev Med.* Mar; 13(2): 102–108.
- 93 **Van Delden C et Iglewski B.H,** (1998). Cell-to-cell signaling and *Pseudomonas aeruginosa* infections. *Emerging Infectious Diseases*. 4; pp:551-560.
- 94 **VENKATA N, RAMESH T, SUDHAKAR P, SANDEEP B. et DIVAKART.**(2016).Evaluation of Anti hemolytic activity, antibacterial activity and phytochemical investigation of *Acalypha indica* methanolic leaf extract. p18
- 95 **Venkatesan Alagesan & Sujatha Venugopal:** (2018): Green Synthesis of Selenium Nanoparticle Using Leaves Extract of *Withania somnifera* and Its

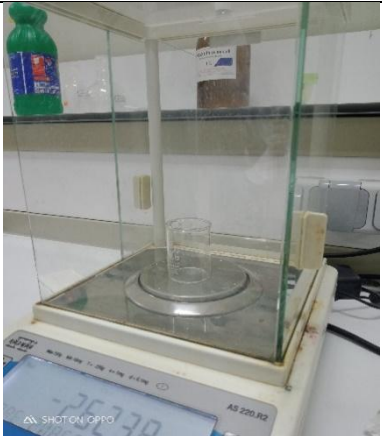
Biological Applications and Photocatalytic Activities. *Bionanoscience*, 9, 105-116.

- 96 Zhitong Chen, Guojun Chen, Richard Obenchain, Rui Zhang, Fan Bai, Tianxu Fang, Hanwen Wang Yingjie Lu Richard E. Wirz, Zhen Gu.** (2022)ReviewCold atmospheric plasma delivery for biomedical applications. *Material stoday* Volume 54.Pages 153-188..
- 97 Z. Sabouri, A. Akbari, H.A. Hosseini, A. Hashemzadeh, M. Dar-roudi, J. Clust.** Sci. (2019)
- 98 Zuzana Gajdosechova, Zoltan Mester, Jörg Feldmann, Eva M. Krupp.** (2018) The role of selenium in mercury toxicity – Current analytical techniques and future trends in analysis of selenium and mercury interactions in biological matrices. *TRAC 150 TrAC Trends in Analytical Chemistry*) Pages 95-10968.
- 99 WEILL B., BATTEUX F. et DHAINAUT J.** (2003).Immun-pathologies et réactions Inflammatoires. Editions de Boeck, Paris. 12-23p.
- 100 Wenfei Cai, Ting Hu, Amr M. Bakry, Zhaomin Zheng, Yidong Xiao, Qilin** (2017) Huang. Effect of ultrasound on size, morphology, stability and antioxidant activity of selenium nanoparticles dispersed by a hyperbranched polysaccharide from *Lignosus rhinocerotis*. *ULTSON* 4006.
- 101 XUE N., WU X., WU L., LI L and WANG F,** (2018). Antinociceptive and anti-inflammatory effect of Naringenin in different nociceptive and inflammatory mice models. *Life Sciences*. vol 217 :148-154.

ANNAXE



Figure (07) : matériel de laboratoire bactériologie

		
BUCHER	balonce	Balonce
		
pucette	ultrasonic	Spectrophotometre
		
micropipette	etuve	Centrifugeuse