

République Algérienne Démocratique et Populaire
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Constantine 3- Salah Boubnider



Faculté de Médecine
Département de Pharmacie



Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme
Du Docteur En Pharmacie

Thème :

***Nanoparticules de bismuth :
synthèse, caractérisation et évaluation
de leur effet antibactérien***

Réalisé et présenté par :

- ✓ Boulcherab Malika
- ✓ Bounemour Malak
- ✓ Bouzid Meriendoretterrahmane
- ✓ Boudemagh Lamis

Encadré par :

Dr. Hachouf Abdeldjalil

Membres du jury :

Dr. Houar Imene
Dr. Derradj Meriem

Année Universitaire : 2023-2024

Résumé :.....	XVIII
Introduction :.....	21
Etude bibliographique	
Chapitre I : Le bismuth	3
I.1.histoire :.....	3
I.2-Etat naturel	4
I.3 Préparation du bismuth	4
I.3 .1 Procédé de spring :.....	5
I.3 .2 Procédé de M. Loewe :.....	5
I.4.Propriétés du Bismuth.....	6
I.4.1 Propriétésatomiques :.....	7
I.4.2 Propriétés physiques :.....	8
I.4.3 Propriétés chimiques :.....	8
I.5. principaux composés :.....	10
I.5.1.Oxyde de bismuth (Bi_2O_3) :.....	10
I.5.2.Hydroxyde de bismuth ($\text{Bi}(\text{OH})_3$) :.....	10
I.5.4.Nitrate de bismuth ($\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$) :.....	11
I.6.Propriétés pharmacologiques du bismuth et composés :.....	11
Chapitre II : Nanoparticules de Bismuth :	13
II.1.Classification :.....	14
II.1.1 selon la Source :.....	14
II.1.2.Selon la taille :	14
II.1.3.Selon la forme :	15
II.1.4.Selon la dimensionnalité	15
II.2.Les propriétés des nanoparticules bismuthées :.....	16
II.3.La synthèse des nanoparticules de bismuth	17
II.3.1. Procédé de formation des nanoparticules métalliques	18
II.3.1.1.La réaction d'oxydo-réduction	19
II.3.1.2.La nucléation	19
II.3.1.3.La croissance	19
II.3.1.4.L'agrégation.....	20
II.3.2.les méthodes de synthèse.....	20
II.3.2.1. Le procédé hydrothermal :.....	21

II.4. Applications biomédicales des nanoparticules de bismuth :	23
II.4.1. effet antimicrobien des nanoparticules de bismuth :	23
II.4.2. Livraison et ciblage des médicaments :	25
II.4.3. Nanoparticules de bismuth comme agents de contraste en imagerie médicale :	25
II.4.3.1 Nanoparticules métalliques de bismuth comme agents de contraste pour l'imagerie par rayons X :	25
II.4.4. Les nanoparticules de bismuth pour le traitement du cancer :	26
II.4.4.1. photothérapie :	26
II.4.4.2. Radiothérapie (RT) :	27
II.4.5. Biocapteurs à base de nanoparticules de bismuth :	27
II.5. Toxicité des BI NPs :	28
Partie pratique	
Chapitre I : synthèse et caractérisation des BiNPs	31
I.1. Matériels et Méthodes :	32
I.1.1. Matériels:	32
I.1.2. Méthodes :	33
I.1.2.1. La synthèse :	33
Principe de la Synthèse hydrothermale	33
I.1.2.2. Protocoles :	33
I.1.2.2.1. protocole de synthèse N° : 01	33
I.1.2.2.2. protocole de synthèse N° : 02	33
I.2. Caractérisation des nanoparticules du bismuth :	34
I.2.1. Par infra-rouge :	34
I.2.1.1. Réalisation du procédé :	34
Principe :	34
Protocole :	34
I.2.2. Par spectrophotométrie UV-VISIBLE :	35
I.2.2.1. Réalisation du procédé :	35
Principe :	35
Protocole :	36
○ prétraitement :	36
○ Analyse :	36
I.3. Résultats :	37
I.3.1. aspect des nanoparticules synthétisées :	37
○ poudre issue du protocole N°1	37

○ Poudre issue du protocole N°2 :	37
I.3.2.Spectroscopie Infra-rouge (IR) :	38
I.3.2.1.nanoparticules de bismuth issues du protocole N°1 :	38
I.3.2.2.nanoparticules de bismuth issues du protocole N°2 :	39
I.3.3.Spectroscopie ultraviolet-visible :	40
I.3.3.1.nanoparticules d'oxyde de bismuth issues du protocole N°1:	40
I.3.3.2.nanoparticules d'oxyde de bismuth issues du protocole N°2 :	41
I.4.Discussions :	42
Chapitre II :évaluation de l'effet antimicrobien des BiNPs	45
II.1.Matériels et méthodes	45
II.1.1.Matériels du laboratoire :	45
II.1.2. Matériels biologiques	45
II.1.2.1. L'Origine des souches utilisées.....	45
○ Pseudomonas aeruginosa	45
○ Escherichia coli	46
○ staphylococcus aureus	47
II.2. Méthodes :	48
II.2.1. Technique de dilutions sur gélose :	48
II.2.1.1. principe :	48
II.2.1.2. protocole :	48
II.2.2.technique de dilutions en milieu liquide :	49
II.2.2.1. Principe :	49
II.2.2.2. protocole :	49
II.3.Résultat	51
II.3.1.Résultat de la méthode de diffusion sur milieu gélosé :	51
II.3.2.Résultats de la méthode de diffusion sur milieu liquide :	53
II.3.3.Résultats du repiquage sur milieu à sang cuit :	55
II.4. Discussion:	56
Conclusion :	58
Bibliographie :	59

Résumé :

Titre : nanoparticules de Bismuth : synthèse , caractérisation et évaluation de l'activité antimicrobienne

Mots clés : bismuth , nanoparticules, nanoparticules de bismuth, effet antibactérien, souche bactérienne, synthèse, caractérisation.

Introduction : Les nanoparticules de bismuth sont des composés à caractéristiques uniques et spéciales ayant diverses applications novatrices.

Ce travail est une étude expérimentale prospective qui vise à synthétiser des nanoparticules de bismuth par méthode hydrothermale avec et sans calcination, les caractériser par spectrophotométrie Infra-Rouge et spectroscopie UV-visible et évaluer leurs effet antibactérien vis-à-vis trois souches bactériennes sauvages : Escherichia coli, Staphylococcus aureus et Pseudomonas aeruginosa.

Matériels et méthodes : synthèse des nanomatériaux par technique hydrothermale, la caractérisation par deux techniques analytiques : la spectroscopie UV-Vis et FTIR. L'évaluation de leur activité antibactérienne par deux méthodes de diffusion : sur milieu Muller Hinton solide (gélose) et milieu Muller Hinton liquide (bouillon).

Résultat et discussion : Le résultat du 1^{er} protocole était une poudre fine blanche (sans calcination), en revanche le 2^{ème} a donné une poudre fine de couleur jaune (après calcination). L'analyses par FTIR à montré des pics similaires dans les zones 840 cm-1 et 590 cm-1 correspondant aux vibrations de la liaison Bi-O-Bi, l'analyse par UV-visible mentionne aussi des pics proches dans la région 261nm correspondant tous à l'absorption des nanoparticules d'oxyde de bismuth.

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a montré une inefficacité des deux poudres contre les trois souches choisies pour les concentrations prises.

Conclusion :

La méthode hydrothermale est une méthode efficace pour l'élaboration des Bi NPs , l'effet de la calcination sur les échantillons nécessite des techniques poussées de caractérisation ,la présence d'agent surfactant ainsi que le choix de la taille des NPs sont primordiaux dans l'activité de ces dernières sur les bactéries.

Abstract :

Title : Bismuth nanoparticles : synthesis , characterization and evaluation of antimicrobial activity

Keywords : bismuth , nanoparticles, bismuth nanoparticles, antibacterial effect, bacterial strain, synthesis, characterization.

Introduction : Bismuth nanoparticles are compounds with unique and special characteristics and various innovative applications.

This work is a prospective experimental study aimed at synthesizing bismuth nanoparticles by hydrothermal method with and without calcination, characterizing them by Infra-Red spectrophotometry and UV-visible spectroscopy and evaluating their antibacterial effect against three wild bacterial strains : Escherichia coli, Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa.

Materials and methods : nanomaterials were synthesized using hydrothermal techniques, and characterized using two analytical techniques : UV-Vis and FTIR spectroscopy. Evaluation of their antibacterial activity by two diffusion methods : on solid Muller Hinton medium (agar) and liquid Muller Hinton medium.

Results and discussion : The result of the 1st protocol was a fine white powder (without calcination), while the 2nd yielded a fine yellow powder (after calcination). FTIR analysis showed similar peaks in the 840 cm⁻¹ and 590 cm⁻¹ regions, corresponding to Bi-O-Bi bond vibration , while UV-visible analysis also revealed similar peaks in the 261nm region, all corresponding to the absorption of bismuth oxide nanoparticles.

The evaluation of antibacterial activity showed the inefficiency of both powders against the three chosen strains at the taken concentrations.

Conclusion :

The hydrothermal method is an effective method for the elaboration of bismuth nanoparticles , the effect of calcination on the samples requires advanced characterization techniques, the presence of surfactant as well as the choice of nanoparticles size are crucial for the activity of these particles on bacteria.

الملخص:

العنوان: جسيمات البزموت النانوية: تحضير وتوصيف وتقييم النشاط المضاد للميكروبات.

الكلمات المفتاحية: البزموت، الجسيمات النانوية، جسيمات البزموت النانوية، التأثير المضاد للبكتيريا، السلالة البكتيرية، التحضير، التوصيف.

مقدمة: جسيمات البزموت النانوية هي مركبات ذات خصائص فريدة ومميزة وتطبيقات مبتكرة متنوعة.

هذا العمل عبارة عن دراسة تجريبية إستكشافية تهدف إلى تحضير جسيمات البزموت النانوية بطريقة هيدروحرارية مع وبدون تكليل، وتوصيفها بواسطة القياس الطيفي بالأشعة تحت الحمراء و مطيافية الأشعة المرئية و فوق البنفسجية ، وتقييم تأثيرها مضاد للبكتيريا ضد ثلاث سلالات بكتيرية برية: الإشريكية القولونية والمكورات العنقودية الذهبية والزائفة الزنجارية.

المواد والطرق: تحضير المواد النانوية باستخدام تقنية هيدروحرارية، وتوصيفها باستخدام تقنيتين تحليليتين: التحليل الطيفي بالأشعة فوق البنفسجية المرئية وفحص الطيف بالأشعة تحت الحمراء. تقييم نشاطها المضاد للبكتيريا باستخدام طريقتي الانتشار: على وسط مولر هنتون الصلب (أجار) ووسط مولر هنتون السائل.

النتائج والمناقشة: كانت نتيجة البروتوكول الأول عبارة عن مسحوق أبيض ناعم (بدون تكليل)، في حين أعطى البروتوكول الثاني مسحوقاً ناعماً لونه أصفر (بعد التكليل). أظهر تحليل الأشعة تحت الحمراء قماً متشابهة في منطقتي 840 سم-1 و 590 سم-1 مطابقة لاهتزازات الرابطة المتكونة من ذرتي بزموت و ذرة اوكسجين، في حين أن التحليل بالأشعة فوق البنفسجية المرئية أشار أيضاً إلى قمم متشابهة في منطقة 261 نانومتر، وكلها تتوافق مع امتصاص جسيمات أكسيد البزموت النانوية.

أظهر تقييم النشاط المضاد للميكروبات عدم فعالية كلا المسحوقين ضد السلالات الثلاث عند التركيزات المأخوذة.

الخلاصة:

تعتبر الطريقة الهيدروحرارية طريقة فعالة لإنتاج جسيمات نانوية من البزموت ، ويتطلب تأثير التكليل على العينات تقنيات توصيف متقدمة ، كما أن وجود عامل سطحي وكذلك اختيار حجم الجسيمات النانوية أمران بالغا الأهمية في نشاطها ضد البكتيريا.