République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ahmed Draïa Adrar

جامعة أحمد دراية ـ أدرار

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Hydrocarbures et Energies Renouvelables

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

Thème :

Biosynthèse et caractérisations de l'oxyde de Cuivre. Application dans la dégradation d'un composes organique.

Préparé par :

Mlle. Sadi Latifa

Mlle.Zenguila Ahlam

Membres de jury d'évaluation :

Mme. DJEDID Kheira	**Président**	**MAA**	**Univ. Adrar**
Dr. LAKSACI Hamza	**Encadreur**	**MCA**	**Univ. Adrar**
Dr. CHADLI Samir	**Examinateur**	**MCA**	**Univ. Adrar**

Année Universitaire : 2021/2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة أحمد دراية- أدرار
المكتبة المركزية
مصلحة البحث الببليوغرافي

Ministry of Higher Education and Scientific Research
University Ahmed Draia of Adrar
The central library

شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة) : لكصاسي حمزة

المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـــ :

Biosynthèse et caractérisations de l'oxyde de Cuivre. Application dans la dégradation d'un composés organique.

من إنجاز الطالب(ة): صادي لطيفة SADI Latifa

و الطالب(ة): زنقيلة أحلام ZENGUILA Ahlam

كلية : العلوم والتكنولوجيا

القسم : المحروقات و الطاقات المتجددة

التخصص: الهندسة الكيميائية

تاريخ تقييم / مناقشة: 8 جوان 2022

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.

وبإمكانهم إيداع النسخ الورقية (02) والاليكترونية (PDF).

- امضاء المشرف:

ادرار في : 20 جوان 2022

مساعد رئيس القسم:

د. خليفي عبد الحق
رئيس قسم المحروقات والطاقات المتجددة
بكلية العلوم والتكنولوجيا

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ★ جامعة أدرار ★ كلية العلوم والتكنولوجيا ★ قسم المحروقات والطاقات المتجددة

ملاحظة :لاتقبل أي شهادة بدون التوقيع والمصادقة.

Dédicace :

À ceux qui m'ont encouragé à persévérer toute ma vie, je vous dédie cet humble travail, en particulier

Mes chers parents, qui ont tout sacrifié pour moi, mes chères sœurs Fatiha, Rahma et Malika, et mes frères Abdel Hamid et Ismail.

À ma grand-mère, mon grand-père et mon oncle, que Dieu ait pitié d'eux,

À tous ceux que j'ai rencontrés lors de ce voyage, y compris ma meilleure amie Ahlam,

À ceux qui m'ont soutenu et aidé de près ou de loin.

Sadi Latifa

Dédicace :

-À tous ceux qui m'ont donné une lettre dans ce monde mortel.

-à ceux qui m'ont inclus avec sympathie et nuits blanches à souffrir, et était un symbole de sacrifice pour mon bien-aimé mon père Ahmed Zenguila qui dieu m'accorde son plaisir

-à qui avez-vous guidé le chemine de la connaissons et de l'orientation et a été la raison de mon existence l'esprit de ma mère pure-Ben Othman Omelkhair-

-A ma deuxième mère que je considérais comme le caractère de la vie et le mystère de l'existence, et qui avait des sentiments d'amour et d'attraction Zenguila Fatiha

-Au compagnon de mon chemin et à la lumière de ma vie, et à celui que m'a donné un nouveau sourire dans cette vie, mon fiancé Mohammed Elbar

-à ceux qui m'ont exhorté à être patin afin d'atteindre le but et souhait de mais cers frères Nouha ; Radja ; Yaakoub ; Elmoutaz Bellah ; Elbatoul ; Abdessami ; Kaoula ; Djamel El-dine; Zakaria ; Amina ; Mohammed.

-à mes amis spéciaux Rachida ;Lalla ;Zahira ;Nabila ;Fatima ;Hanan; Naziha ;Mariam; Chahrazad; Maroua Ahlam; Houda ; Hafsa; Samiha ; Khoula; Kamer; Radja; Rihab; Mouna ; Khouther; Aicha ; Rahma ; Chaima; Dalila; Oum Habiba; Khalthoum;Asiya; Zineb; Amel; Hayet; Bouchra; Asma; Djemaa; Malika; Fatiha; Hadjer; Sehila; Hafida; Halima;Mayada;Mounira;Nadjat,Saloua; Charifa ; Sara;
Samer ;Oumhany;Sana;Tinelbaraka;Amriya;Saida; Oum-Aymen ; Nadjla .

-A tous les fils et filles de mes cousins; Hayet ; Chahira; Ilham ; Khalthoum; Djamila ; Karima; Insaf ; Wasila;et d'autres

-à quiconque a partagé cet humble effort-Sadi Latifa-que dieu la protégé

-à tout cela, et à d'autres, je dédie le fruit de mon humble effort, cherchant de dieu tout – puissant à le mettre dans l'équilibre des bonnes actions et à nous accorder le pardon et le bien-être dans la religion et le monde-Amen-

Zenguila Ahlam

Remerciement:

Nous remercions Dieu Tout-Puissant d'avoir atteint l'achèvement de ce travail et d'avoir atteint ce niveau scientifique, puis nous remercions Dieu avant tout.

Nous adressons nos remerciements à l'Université Ahmed Deraya Adrar et à la famille universitaire des professeurs et administrateurs, et nous remercions particulièrement les professeurs du Département des Hydrocarbures et des Energies Renouvelables. Nous leur souhaitons remerciements et paiement dans leurs pas.

Un grand merci et une grande gratitude à l'éminent professeur Laksaci Hamza, qui nous a aimablement favorisés en supervisant ce mémorandum.

Je tiens également à remercier tous les professeurs du département de chimie de

L'Université d'Adrar et tous ceux qui ont contribué à la réalisation de notre mission fin du cours.

Je remercie également Mme. K. Djedid maître assistante à l'université Adrar, et M. S. Chadli maitre de conférence à l'Université d'Adrar pour leur présence Vous acceptez de revoir ce travail.

J’exprime tout vif remerciement toute les personnes de notre laboratoire de l’Université d’Adrar et toutes les personnes qui ont contribué de près ou loin à mon diplôme

Et n'oubliez pas d'exprimer nos remerciements et tous nos remerciements et notre appréciation à ceux qui ont aidé d'une manière ou d'une autre à achever ce travail, en demandant au Seigneur de payer leur erreur et de les guider vers tout bien qui leur plaît. Merci du fond du cœur je le dis et à Dieu son arrivée Paix, la miséricorde et les bénédictions de Dieu

Ahlam et Latifa

Sommaire

I.1 Traitement des eaux usées : 1
I.1 .1) définition Les eaux usées :.....1
I.1.2 Méthodes de traitement des eaux usées urbaines : 1
I.1. 3 Processus chargés de traitement des eaux usées industrielles en polluants organiques 4
I.2 Traitement par photocatalyse hétérogène :.....4
I.2.1 la catalyse : 4
I.2.2le catalyseur : 5
I.2.3 Photocatalyse :.....5
I.2.4 La photocatalyse hétérogène :.....5
I.2.5 Principe de la photocatalyse hétérogène : 7
I.2.6 Facteurs influençant sur la photocatalyse hétérogène : 9
I.2.7 Avantages et inconvénients de la photocatalyse :.....10
I.2.7.1 Avantages de la photocatalyse : 10
I.2.7.2Les inconvénients de la photocatalyse : 10
I.3.) Définition de $\boldsymbol{CuO}$:.....11
I.4) Nanoparticules :.....11
I.4.1Propriétés structurales :.....11
I.4.2Les propriétés optique :.....13
I.4.2.1 Structure électronique de bande :.....13
I.5Applications de l'oxyde de Cuivre : 14
I.5.1Utilisation de poudres deCuO : 14
I.7.**Généralités sur L**eucaena leucocephala : 15
I.7.1.Histoire de Leucaena leucocephala :.....15
I.7.2.Définition de Leucaena leucocephala:.....16
1.7.3) DESCRIPTIF BOTANIQUE :.....17
1.7.4Morphologie et caractéristiques : 18
I.7.5 Les composés phénoliques (polyphénols) :.....20
I.7.6 Utilisation du L. leucocephala dans la médecine traditionnelle :.....23

Chapitre02:Matriel et Méthode

II.1Les produits chimiques utilisés :..... 25
II.2Préparation de l'extrait de Leucaena leucocephala :..... 25
II.3 les globales synthèses : 25
II.3.1Synthèse de nanoparticules de CuOà partir de l'extrait deLeucaena leucocephala : 25
II.3.2 synthèse de Ag/CuO : 24

II.4.Synthèse des NPs la chimie vert CuO : 25
II.5. Méthode de synthèse de nanoparticuleCuO : 25
II.6.Techniques d'analyses et de caractérisations : 26
II.6.1) la spectroscopie : 26
II.6.1.1) Définition : 26
II.6.1.2) Le principe de la spectroscopie UV – visible 26
II.6.1.3) mode opératoire : 28
II.7.)Test photocatalytique II.7.1 Condition expérimentales 32
II.7.2) Préparation des solutions de colorant : 32
II.8) La Spectroscopie Infrarouge 33
II.8.1) Définition : 33
II.8.2) Principe FTIR : 33
II.8.3) Mode opératoire de FTIR: 34
II.9) La diffraction des rayons X ((DRX): 34
II.9.1) Définition : 34
II.9.2) Principe de DRX : 35
II.9.3) Le principe de fonctionnement du diffractomètre : 36
II.9.4) Mode opératoire : 36
II.10) étude l'influence de PH : 37
II.11) L'effet de la lumière du soleil sur jaune de tartrazine : 38
II.12) Effet de la dose de catalyseur : 38
II.3) Le cas du dopage au métal CuOen différentes quantités, respectivement : 38
II.13.1) Le Cas de dopage avec de l'argent métallique dans des proportions variables 1% et 2% Ag-CuO respectivement : 38

Chapitre 03 : Résulte et Discute

III.3.1.1) Comparaison de la photolyse jaune de Tartrazine 50
III.3.2) Photolyse de la solution jaune de tartrazine 51
III.3.2.1) Comparaison Photolyse de la solution de tartrazine 51
III.3.3) L'ordre cinétique de la dégradation 52
III.3.3.1) Comparaison L'ordre cinétique de la dégradation 54
III.3.4) cinétique rendement de la dégradation : 54
III.3.4.1) Comparaison L'ordre cinétique rendement de la dégradation 56
III.4) Propriétés physico-chimiques 56
III.5) Effets du temps jaune de tartrazine 56
III.6. Effet du catalyseur CuO et Ag-CuO sur la photolyse jaune de tartrazine :57
III.7) Effet de pourcentage du Ag-CuO 58

III.7. **Dose et pH optimaux……..** 61

conclusion génerale…… **73**

Résume

Les annexes

Liste de Figure

Figure 1:La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle d'assainissement.....1
Figure 2::Schéma représentatif des différents procédés de traitement des eaux usées [7] 4
Figure 3:Principe de dégradation Photocatalytique 5
Figure 4:Schéma de principe de la photocatalyse [12) 6
Figure 5:Principe général de la photocatalyse. 8
Figure 6:Réactions d'oxydoréduction au cours du processus photocatalytique 9
Figure 7:Gamme de tailles des nanoparticules comparée à celles des principales structures chimiques et biologiques [23]. 11
Figure 8:Représentation schématique de la structure cristallographique de CuO : les sphères grises représentent les ions $Cu2+$ et les sphères rouges les ions $O2$- [24].....12
Figure 9:Les applications de CuO.....15
Figure 10:La carte ci-dessus montre les pays où l'espèce a été plantée. 16
Figure 11:Structure chimique d'Iamimosine (Leucaena) 17
Figure 12 :Arbre de L. leucocephala 18
Figure 13: feuille de L. leucocephala 19
Figure 14fleur de L. leucocephala:.....19
Figure 15:fruits de L. leucocephala 20
Figure 16:graine de L. leucocephala 20
Figure 17:principe classes de polyphénols (OLIVER) et al, 2016.....21
Figure 18:exemples des acides phénols.....22
Figure 19:Structure chimique des tannins condensés 22
Figure 20:structure de la base des flavonoïdes 23
Figure 21:extraction deCuO à partir de feuille Leucaena leucocephala.....24
Figure 22:Synthèse de nanoparticules de CuOà partir de l'extrait de Leucaena leucocephala.....24
Figure 23:Schéma de spectroscopie UV-Visible 26
Figure 24:Schéma de fonctionnement d'un spectromètre UV-Visible 27
Figure 25:principe de fonctionnement d'un spectromètre UV-Visible.....28
Figure 26:Organigramme Pour la Synthèse Vert de la Solution 29
Figure 27:schéma du Bruker Vertex 70 (Bruker.com) 33
Figure 28:Diffractomètre des rayons X 35
Figure 29:Schéma de principe du diffractomètre 36
Figure 30:étape pour préparer l'expérience de PH 37
Figure 31:Tracés de diffraction XRD pour$CuOetAg-CuO(1\%,2\%)$.....43
Figure 32: le courbe spectrale FITR 44
Figure 33:Le courbe CuO.....45
Figure 34:Le courbe et 1%$Ag-CuO$.....45
Figure 35:Le courbe et 2%$Ag-CuO$.....46
Figure 36:Effet de la Temps jaune de Tartrazine.....57
Figure 37:Effet de la Temps jaune de Tartrazine.....58
Figure 38:Effet dose au pH imposé au 2□Ag-CuO.....61
Figure 39:Effet dose au pH imposé au CuO.....62
Figure 40:Effet dose au pH imposé au 1□Ag-CuO.....62

Liste de Taleau

Tableau 1:Données cristallographiques de la ténorite. 12
Tableau 2:Quelques propriétés optiques de l'oxyde de cuivre (CuO)[26-27]....13
Tableau 3 :: classifications et caractéristique de Leucaena 18
Tableau 4:principe classes des composés phénolique(Rézaire) 21
Tableau 5les expériencesexposés au soleil: 29
Tableau 6:caractérisation physico-chimique du colorant Jaune de Tartrazine 32
Tableau 7:analyse préliminaire de sélection 41
Tableau 8:Suivi cinétique de la photodégradation du tartrazine 46
Tableau 9:Photolyse de la solution de tartrazine 69
Tableau 10:les courbes Ln (A/*A*0) 51
Tableau 11:cinétique de la dégradation 52
Tableau 12:: Evolution de la vitesse de dégradation en fonction de la quantité jaune de Tartrazine55
Tableau 13:effet le temps jaune de tartrazine 56
Tableau 14:effet de pH sur la dégradation du jaune de Tartrazine 59
Tableau 15:PH de la solution 60

Liste de symbole

% **: Pourcentage**

β: sont des constantes

α =Est une constante de l'ordre de 5,70.10^{-4} eV/K

φ =La position angulaire du pic de diffraction correspondant aux cristallites orientées dans la direction correspondant à θ.

=La longueur d'onde des rayons X utilisés

ε : Coefficient d'absorption molaire. μ: Est lamasse réduite du pair électron ou (exciton),

m_e^* : est la masse effective de l'électron,

m_h^* :est la masse effective du trou, est le constant diélectrique du semi-conducteur massif,

R : le rayon de la cristallite supposée sphérique

θ:L'angle d'incidence des rayons X avec le plan atomique

A : Absorbance.

a : Absorption de photon et génération de pair électrontron

Ads : adsorption

ARN : acide ribonucléique

b : recombinaison en volume

B= la largeur à mi-hauteur du pic de diffraction (FHMW) en radian

c : recombinaison en surface

C°: Degré Celsius

CO_2 : Le dioxyde de carbone

Ca : Calcium

cm :centimeter

Ca : Calcium

C°: Degré Celsius

Cl : Clore

C_uO = *L'oxyde de cuivre*

DCO : Demande Chimique en Oxygène

d : réduction d'un accepteur d'électron

DRX : Diffraction de rayon x.

DBO_5 : Demande Biologique en Oxygène en cinq jours

E :oxydation d'un donneur d'électron

E(R) : est l'énergie de la première transition excitonique (gap optique),

Eg: est l'énergie de la bande interdite du cristal massif.

e^- : électrons

E : BG

Eq : équation

E : Energie

E_g: Energie de gap

ev :é$lectron\ volte$

FTIR : Spectroscopie infrarouge par transformée de Fourier.

FHMW : Full Width at Half Medium

H_2O_2 : Peroxyde d'hydrogène

H_2O :l'eau

H^+ : Trou positif

I : Longueur du chemin optique.

I0 : Intensité de la lumière monochromatique incidente.

L : Leucaena

Leu : leucocephala

mm : Millimètre

M_{ev}: Mili électrons volte

Min : minet

N : nord

Oxid :oxide

O_2 : Oxygène

PH : Potentiel d'Hydrogène

K_{app} : Constante de vitesse apparente

POA : Procédés d'Oxydation Avancée

Rid : Rédixe

S : sud

Sc: Semi-Conducteur

SOD: Superoxydes Discutasses

T_iO_2 : Dioxyde de titane

T =Température en

UV- Vis : Ultraviolet- Visible

UV : Ultra- violetartificiel fournie par la lampe UV

Vis : Visibl

Introduction générale :

Introduction générale :

L'eau est une pierre angulaire de la vie, que ce soit dans le domaine industriel, économique ou social, puisqu'elle occupe 75% du territoire. L'un des plus gros problèmes auxquels nous sommes confrontés est le problème de la pollution, c'est pourquoi les scientifiques et les chercheurs ont mis au point de nombreuses techniques de purification de l'eau, mais ils sont toujours confrontés à des particules difficiles à nettoyer. Sa solution, comme les déchets industriels et agricoles, etc. Où les colorants sont considérés comme l'un des polluants les plus dangereux dans l'eau et les sources environnementales en général, et ils nécessitent un traitement avant d'être libérés soit par oxydation, filtration ou coagulation par des produits chimiques pour s'en débarrasser?

Cependant, ces techniques restent coûteuses et ne peuvent pas être éliminées dé finitivement, c'est pour quoi les chercheurs et les scientifiques ont adopté une technique de désinfection photocatalytique de l'eau en 08/2016 sans recourir à des composes secondaires nocifs, car elle se caractérise par sa grande capacité à perturber le travail de larges groupes de micro-organisme. Trouvé dans l'eau polluée Qui repose sur le nitrure de Carbone qui absorbe la lumière du soleil, c'est une technologie peu coûteuse et respectueuse de l'environnement.

Le but de cette étude est de démontrer le processus photocatalytique dans la décomposition du colorant tartrazine, qui a un rôle important dans la biosynthèse des particules d'oxyde de zinc extraites des feuilles de l'arbre Lucina, pour son application dans le traitement des polluants de l'eau.

Pour étudier ces caractéristiques, nous avons adopté un plan divisé en 3 chapitres. Où nous avons étudier au chapitre 1; la technologie de traitement des eaux usées, et au chapitre deux; la technologie des nanoparticules utilisées en photocatalyse. Au chapitre trois; les résultats de l'activité photocatalytique des particules deC_uO.

Enfin, nous concluons ce travail par une conclusion générale sur les résultats que nous avons obtenus au cours de ce travail

Chapitre 01 :

Synthèse bibliographique

I.1 Traitement des eaux usées :

I.1 .1) définition Les eaux usées :

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine

(Industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute. Celles-ci sont généralement classées en trois grandes catégories [1] :

- les eaux usées domestiques,
- les eaux usées industrielles,
- les eaux pluviales et de ruissellement.

Les eaux usées sont composées d'environ 99% d'eau et 1% de matières solides en suspension, colloïdales et dissoutes. Les conséquences de l'émission d'eaux usées non traitées ou mal traitées peuvent être classées en trois catégories :

- effets nocifs pour la santé humaine,
- impacts négatifs sur l'environnement,
- répercussions néfastes sur les activités économiques.[2]

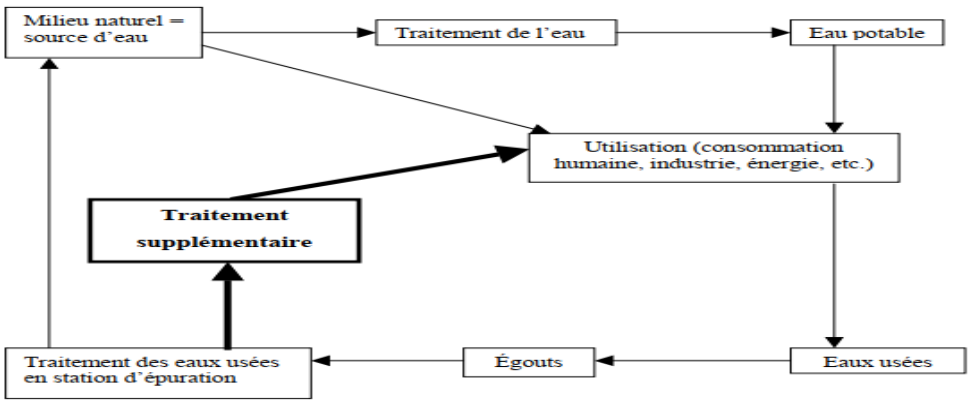


Figure 1:La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle d'assainissement

I.1.2 Méthodes de traitement des eaux usées urbaines :

1) Prétraitement :

- **Dégrillage :**

A l'arrivée, l'eau usée en provenance des égouts passe entre les barreaux métalliques d'une grille (ou d'un tamis) qui retiennent les déchets volumineux (papiers, feuilles, matières

plastiques, objets divers…) et l'effluent est relevé jusqu'au niveau de l'usine à l'aide de vis d'Archimède ou de pompes

- **Dessablage :**

Les sables et graviers susceptibles d'endommager les installations en aval (ensablement de conduites, des bassins, usure des pompes et autres organes métalliques…) se déposent au fond de bassins conçus à cet effet. Ils sont récupérés de différentes façons : raclage vers une fosse de collecte, pompe suceuse…

- **Dégraissage (déshuilage) :**

L'injection de fines bulles d'air dans un bassin permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface où elles sont raclées selon le principe de l'écumage [3]

A. Traitement primaire :

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique avec pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables. Trois voies de traitement sont possibles :

- la décantation (processus physique) : le principe de séparation solide-liquide est la pesanteur, les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation ;

- la flottation (processus physique) : par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique réelle ou apparente (flottation assistée) est inférieure à celle du liquide qui les contient ;

- la décantation associée à l'utilisation d'un coagulant- floculant (voie physico-chimique) : le principe est ici de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la sédimentation grâce à l'obtention de flocs plus gros. Durant la phase de traitement primaire, une quantité importante de la pollution totale est éliminée (abattement des Matières En Suspension pouvant atteindre 90 % et de la Demain de Biochimique en Oxygène de l'ordre de 35 % (Cardot, 1999). La DCO et la concentration en azote peuvent également être réduits durant

cette phase de traitement. Les matières solides extraites représentent ce que l'on appelle les boues primaires. [4].

B. Traitement biologique :

Après décantation, l'effluent est introduit dans des bassins équipés de dispositifs d'aération (turbines, insufflation d'air…) où des microorganismes, naturellement présents dans l'effluent, dégradent les matières organique dissoutes. L'air insufflé leur fournit l'oxygène nécessaire pour respirer et ils se développent en se nourrissant de la pollution organique. Ces microorganismes exercent également un effet physique de rétention de la pollution par leur propension à se rassembler en films ou flocons. Les techniques de traitement biologique les plus couramment employées sont :

- Les boues activées,
- Les lits bactériens (bactéries fixées),
- Les bio-filtres (bactéries fixées),

- des procédés membranaires sont utilisés depuis quel- que années. [3]

C. Traitement complémentaires :

Ces traitements sont à la fois physico-chimiques et biologiques. Ils sont réalisé après les traitements primaires et secondaires afin d'éliminer des éléments nutritifs résiduels des polluants organiques résistants, et du phosphore (la déphosphoration) la nitrification et la dénitrification. [5]

D. Traitement des boues :

Les techniques actuelles d'épuration des eaux usées domestiques ou industrielles, ainsi que les seuils de rejet de plus en plus exigeants et les quantités à traiter de plus en plus grandes, entraînent, au cours des différentes phases de traitement, une importante production de boues. Les boues contiennent en général 95 % à 98 % d'eau. Les traitements imposés aux boues s'effectuent classiquement en différentes étapes : épaississement, digestion anaérobie, déshydratation, séchage et valorisation.La valorisation est soit agricole (épandage direct ou compostage), soit énergétique incinération, digestion anaérobie [6].

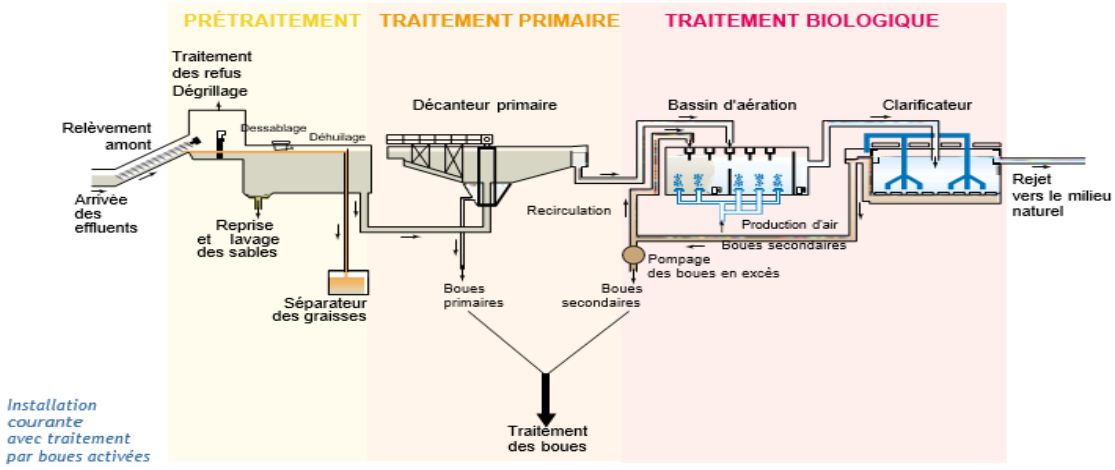


Figure 2::Schéma représentatif des différents procédés de traitement des eaux usées [7]

I.1. 3 Processus chargés de traitement des eaux usées industrielles en polluants organiques

L'eau polluée par diverses industries est devenue une préoccupation mondiale qui menace la vie humaine, c'est pourquoi des technologies puissantes, propres, sûres, efficaces et nouvelles ont été créées pour protéger l'écosystème et la santé publique.

Les techniques les plus courantes sont :

- procédés d'adsorption (charbon actif, zéolithe, biosorbants, etc.),

-Procédés membranaires (ultrafiltration, osmose inverse, etc.)

- les processus d'oxydation (ozone, oxydants tels que N_aOCl,H_2O_2… etc.),

- des méthodes de mesure complexes,

- les résines échangeuses d'ions,

- procédés de photolyse (photocatalyse, Fenton Photo),

I.2 Traitement par photocatalyse hétérogène :

I.2.1 la catalyse :

Il accélère la réaction et n'apparaît pas dans l'équation de réaction .Il joue également un rôle dans les grands procédés industriels tels que le raffinage du pétrole, etc. [8]

I.2.2le catalyseur :

Un catalyseur est une espèce chimique qui permet la mise en œuvre de la catalyse. Comme il n'est pas consommé lors de la réaction chimique, il est utilisé en faible quantité et n'apparaît pas dans l'équation du bilan de la réaction qu'il permet d'accélérer [9]

I.2.3 Photocatalyse :

La photocatalyse est l'une des techniques modernes de détoxification développées pour

Détruisez et éliminez ces substances des eaux usées. C'est un processus d'oxydation avancé

(POA) utilisant la lumière UV (ou visible) et un catalyseur, principalement du TiO2.

Ce processus a été soigneusement étudié car il décompose les polluants organiques

Pour le convertir en dioxyde de carbone, eau, azote et autres minéraux(**Eq.1)** comme sous-produits finaux dans le cas d'une minéralisation complète [10].

OH + Polluant CO2 + H2O + Acide inorganique **(Eq.1)**

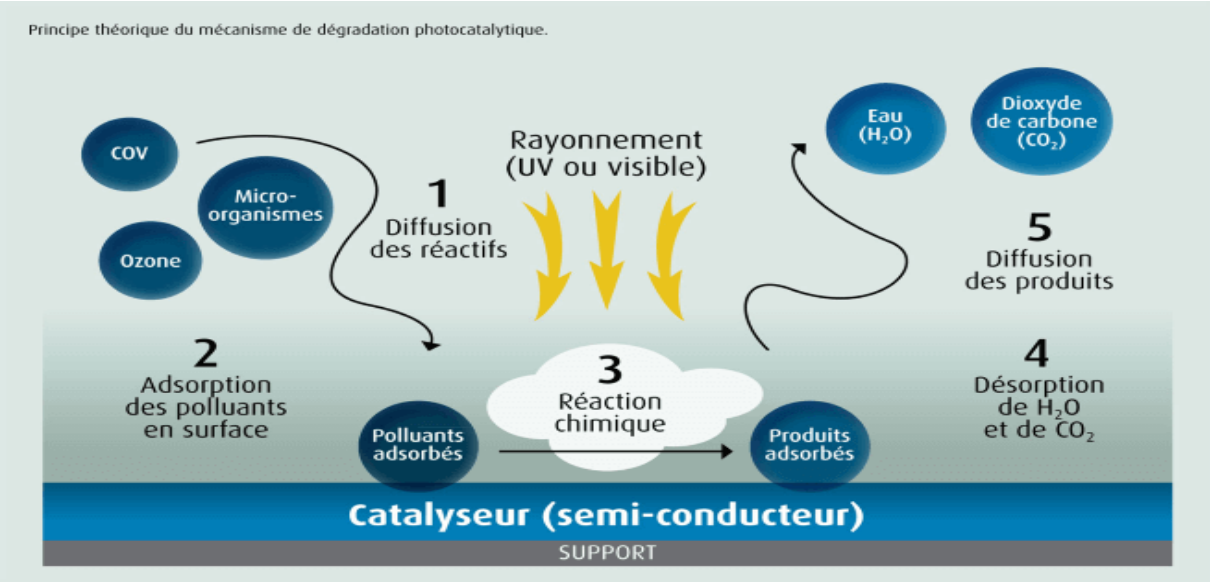


Figure 3:Principe de dégradation Photocatalytique

I.2.4 La photocatalyse hétérogène :

La photocatalyse hétérogène est un processus qui repose sur l'excitation d'un semi-conducteur (catalyseur) par un rayonnement lumineux conduisant à la création de paires électron/trou. Ces derniers entrent en réaction avec les produits organiques adsorbés sur la surface du semi-conducteur. Ainsi, la photo-réaction devient facile et voit sa vitesse accélérée.

Le processus de la photocatalyse hétérogène peut se décomposer en 5 étapes indépendantes comme tout procédé de catalyse hétérogène [11] :

1. Transfert de / des réactifs de la phase fluide vers la surface du catalyseur

2. Adsorption des réactifs sur le catalyseur

3-Interactions entre réactifs adsorbés à la surface

4-Désorption des produits de la surface catalytique

5-Transfert des produits quittant le catalyseur

- ✓ la catalyse est caractérisée par une grande spécificité dans l'interaction entre les molécules et le solide. Les étapes de la dégradation photocatalytique d'un polluant organique peuvent être représentées de manière globale par la figure 4

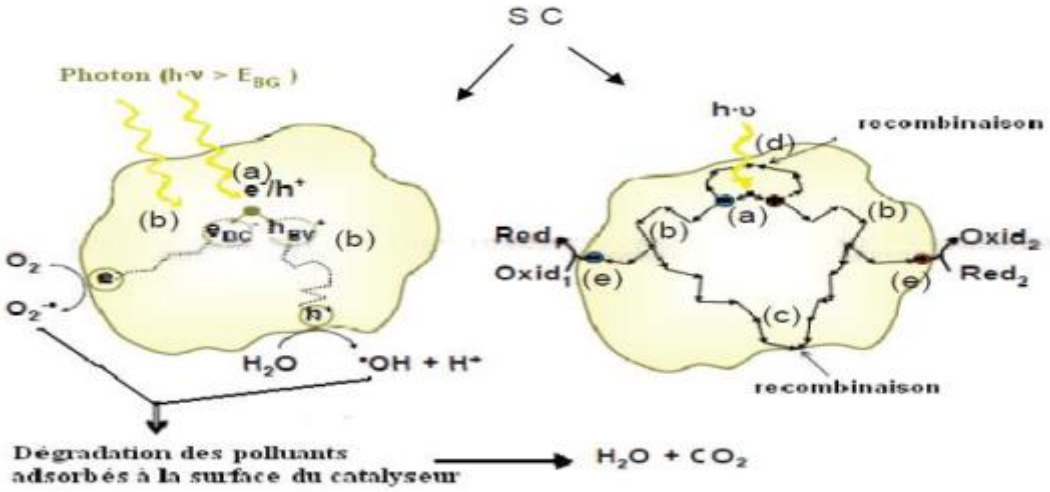


Figure 4: Schéma de principe de la photocatalyse [12]

(a) absorption des photons et formation d'une paire (e-/h+),
(b) migration de la paire (e-/h+) dans le catalyseur,
(c) recombinaison de la paire (e-/h+) en surface de la particule,
(d) recombinaison de la paire (e-/h+) dans le bulk de la particule,
(e) oxydoréduction des espèces adsorbés à l11a surface

I.2.5 Principe de la photocatalyse hétérogène :

La photocatalyse hétérogène implique la photo excitation d'un semi-conducteur par absorption de la lumière et la réaction avec une molécule en phase adsorbée. Elle peut être décrite comme la catalyse d'une réaction photochimique et met en jeu une interface solide/gaz ou solide/liquide. [13] Le processus photocatalytique peut être divisé en cinq étapes indépendantes :

1. migration diffusion-elle des réactifs de la phase fluide vers la surface du Photocatalyseur, y compris dans la porosité du Photocatalyseur

2. adsorption d'au moins un réactif à la surface du catalyseur

3. réaction en phase adsorbée (étape où se déroule la réaction photocatalytique à proprement parlé)

4. désorption des produits

5. migration diffusion-elle des produits de la surface du catalyseur vers la phase fluide. [13,14]

Quand un catalyseur semi-conducteur T_iO_i ,Z_nO_2,F_eO_3,Z_n S, CdS…) est illuminé par des photons d'énergie égale ou supérieure à l'énergie de sa bande interdite, ou band gap, (Eg < hν), il y a ainsi absorption de ces photons et création de paires électron (e^-) - trou (H^+) avec transfert d'un électron de la bande de valence à celle de conduction (Figure 5 (a) et Eq.2). Il y a alors création d'une lacune électronique (H^+) au niveau de la bande de valence (Eq.2).

Simultanément, en présence d'une phase fluide (gaz ou liquide), une adsorption spontanée se produit et selon le potentiel redox de chaque adsorbat, un transfert d'électron peut s'opérer vers les molécules de caractère électro-accepteur (A) (Figure 5 (d) et Eq.3), tandis que les photo-trous positifs sont transférés vers les molécules de caractère électro-donneur (D) (Figure 5 (e) et Eq.4). Enfin, une recombinaison électron-trou reste possible. Elle peut avoir lieu dans le volume (Figure 5 (b)) ou en surface du semi-conducteur (Figure 5 (c)) et s'accompagne d'un dégagement de chaleur Eq.4. [15]

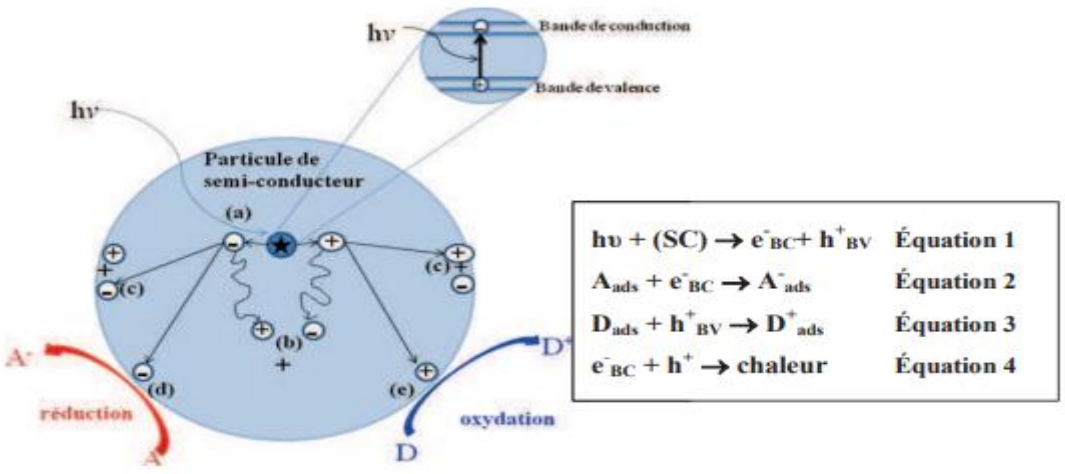


Figure 5:Principe général de la photocatalyse.

Absorption de photon et génération de pair électron ou (a) ; recombinaison en volume (b) ; recombinaison en surface (c) ; réduction d'un accepteur d'électron (d) ; oxydation d'un donneur d'électron (e).

Dans le cas de TiO2, on écrit alors :

$Z_nO_2 + h_v \ddagger e_{bc}^{-} + h_{bv}^{+}$.....Équation 2

Dans le cas d'une migration des charges photogénérés à la surface de la particule, les photoélectrons réduisent l'oxygène moléculaire adsorbé à la surface du TiO2 pour former les ions (radicaux) super oxydes (O2 °-) (Eq.3):

e_{bc}^{-}+O_2ads $\rightarrow O_2{}^{\circ}{}_{ads}$ .....Equation 3

Cette réaction permet à la fois de générer une espèce active oxydante, mais contribue aussi à la séparation des charges. Les trous photogénérés (H_{bv}^{+}) peuvent eux réagir avec l'eau adsorbée ou les espèces OH^{-} pour former des radicaux hydroxyles très réactifs (OH°), de courte durée de vie comparés à O_2 °- (Eq.4-5) :

$H_2O_{ads} + h_{bv}^{+} \rightarrow OH_{ads}^{\circ} + H^{+}$.....Équation 4

$OH_{ads} + h_{bv}^{+} \rightarrow OH_{ads}^{\circ}$.....Équation 5

Ils peuvent aussi oxyder directement une molécule adsorbée (Eq.6) :

h_{bv}^{+}+ P → P……..Équation 6

D'autres réactions secondaires peuvent aussi avoir lieu en phase adsorbée, parmi lesquelles on peut citer celles conduisant à la formation du radical hydroperoxyle ou du peroxyde d'hydrogène (Eq.7-8)

$O_2^{\circ}{}_{ads} + H^{+} \rightarrow HO_2^{\circ}{}_{ads}$…….. Équation 7

$HHO_2^{\circ} + H^{+} + e_{bc} \rightarrow H_2O_2{}_{ads}$…….. Équation 8

$e_{bc}^{-} + H_2O_2 \rightarrow OH_{ads} + OH_{ads}^{\circ}$……Équation 9[16]

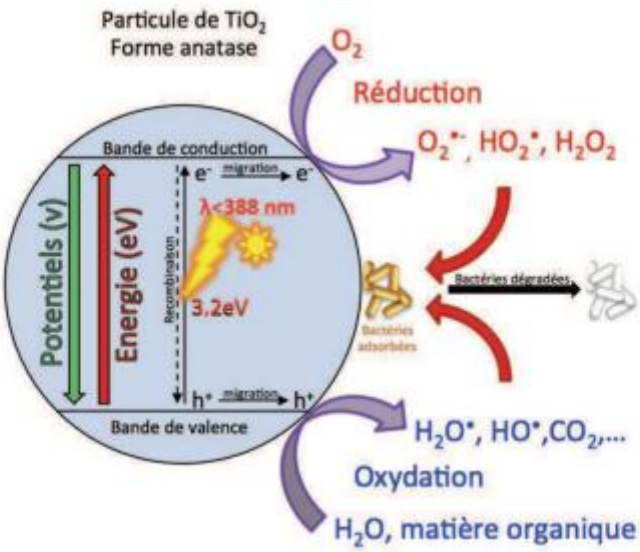


Figure 6:Réactions d'oxydoréduction au cours du processus photocatalytique

, adapté de [16] Les molécules adsorbées peuvent donc réagir (i.e. être oxydées) directement par les trous photogénérés, ou indirectement par les espèces radicalaires ou plus généralement oxygénées.

I.2.6 Facteurs influençant sur la photocatalyse hétérogène :

L'efficacité de la dégradation photocatalytique dépend fortement des conditions

Opératoires telles que :

- ✓ la nature du Photocatalyseur
- ✓ sa concentration en suspension dans l'eau
- ✓ L'intensité lumineuse

- ✓ la concentration en O_2 dissout
- ✓ la température
- ✓ le pH
- ✓ la concentration en polluants [17]

Elle peut dépendre également du taux d'adsorption des molécules à la surface du semi

Conducteur [18]

I.2.7 Avantages et inconvénients de la photocatalyse :

I.2.7.1 Avantages de la photocatalyse :

La photocatalyse présente plusieurs avantages parmi lesquelles on peut citer :

- ➢ Il s'agit d'une technique destructive et non sélective ;
- ➢ minéralisation totale possible : formation de H_2O et CO_2 et autres espèces ;
- ➢ elle se déroule à température et pression ambiantes ;
- ➢ le catalyseur utilisé est non toxique, actif sous différentes formes physiques, bon marché.
- ➢ elle est efficace pour de faibles concentrations en polluants ;
- ➢ elle nécessite une faible consommation d'énergie [19]

I.2.7.2Les inconvénients de la photocatalyse :

Comme toute technique, la photocatalyse est limitée par :

- ❖ limitation par le transfert de masse ;
- ❖ récupération nécessaire du Photocatalyseur après réaction ;
- ❖ colmatage des filtres;
- ❖ efficacité et durée de vie de la lampe limitée;
- ❖ les eaux usées troubles diminuent l'effet catalytique. [20][21]

I.3.) Définition de C_uO :

Le cuivre est un élément de transition de numéro atomique Z = 29 et de symbole Cu. C'est un métal à deux états d'oxydation stables +I et +II, et possède une conductivité électrique et thermique particulièrement élevée lui conférant une grande variété d'utilisations. Il est également utilisé comme matériau de construction et entre dans la formation de nombreux alliages. Il a différentes propriétés physiques, différentes couleurs et aussi différentes structures cristallines.[22]

I.4) Nanoparticules :

Les nanoparticules sont un assemblage de quelques centaines à quelques milliers d'atomes,

Où il joue le rôle d'intermédiaire entre le matériau massif et la molécule, a des

Effets chimiques, physiques et de surface. A titre de comparaison avec les structures organiques naturelles, il existe des nanoparticules Principalement dans la gamme de taille correspondante des protéines (Fig. 7) [23].La tailles des nanoparticules comparée à celles des principales structures chimiques et biologiques [23].

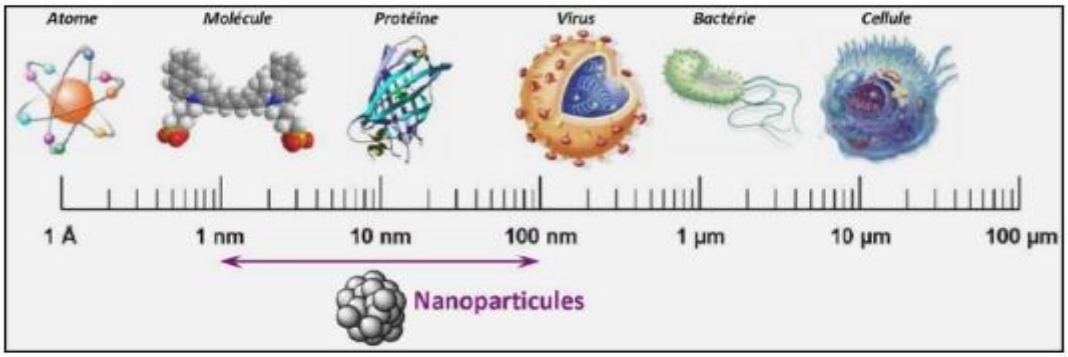


Figure 7:Gamme de tailles des nanoparticules comparée à celles des principales structures chimiques et biologiques [23].

I.4.1Propriétés structurales :

L'oxyde cuivrique C_uO est désigné sous le nom de ténorite, il présent une structure cristalline monoclinique de groupe d'espace C2/c, La maille monoclinique contient quatre molécules C_uO, ses constantes de réseau sont : a = 0.47 nm, b = 0,34nm, c = 0,51nm et ß = 99,54º. [22] Chaque atome de cuivre (ou bien d'oxygène) possède quatre proches voisins d'oxygène (ou bien de cuivre) : les atomes de cuivre sont au centre d'un rectangle

d'oxygène, tandis que les atomes d'oxygène sont au centre d'un tétraèdre de cuivre déformé (figure 8)[24],

C'est un solide ionique noir qui a des températures de fusion et d'évaporation de 1064 et 1100 °C, respectivement. P dans le tableau 1.

Tableau 1:Données cristallographiques de la ténorite.

	CuO
Groupe d'espace	C2/c
Paramètre de maille (Å)	a=4,6883
	b=3,4229
	c=5,1319
Volume ($Å^3$)	81,22
Volume molaire (cm^3/mol)	12,2
Masse volumique (g/cm^3)	6,505
Z	4

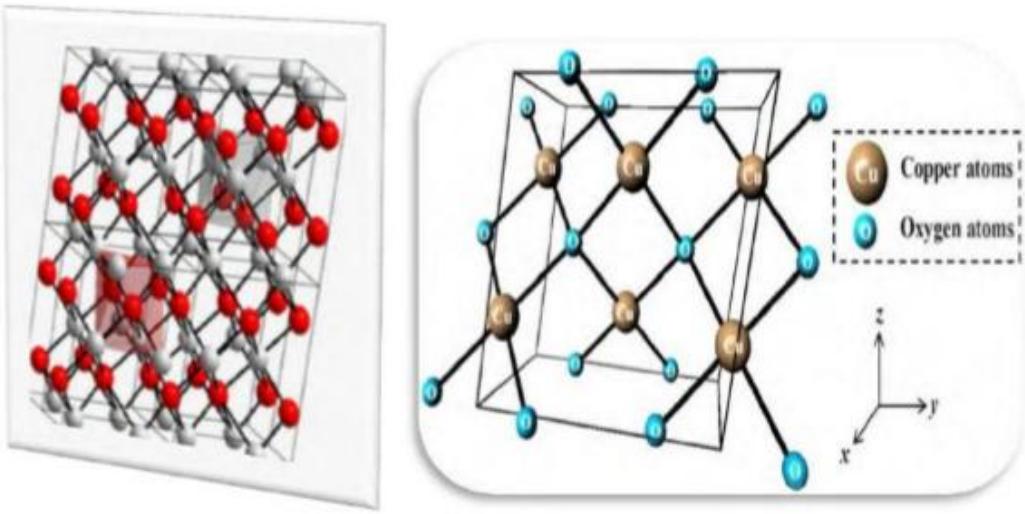


Figure 8:Représentation schématique de la structure cristallographique de C_uO : les sphères grises représentent les ions C_u^{2+} et les sphères rouges les ions O_2- [24]

I.4.2Les propriétés optique :

I.4.2.1 Structure électronique de bande :

On rappelle que les structures électroniques de bande de l'oxygène et du Cuivre sont: **O**: 1 S^2 2 S^2 2 P^4

C_u: $1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 3d^{10} 4S^1$

Les étapes 2P de Oxygéné forment la bande de valence et les 4S du Cuivre consistent la zone de conduction de semi-conducteur de $C_u O$.

I.4.2.2) Les propriétés Optique :

Les oxydes de cuivre ($C_u O$) sont des matériaux absorbants dans le domaine de visible et proche infrarouge , ils ont d'une bande optique qu'elle peut varierdans unelargeplage,avecuneabsorption élevée[25]

Tableau 2:Quelques propriétés optiques de l'oxyde de cuivre (CuO)[26-27]

Propriétés	***CuO***
Transmittance dans le visible (%)	25 à 30
Indice de réfraction	1.5
Coefficient d'absorption (cm^{-1})	$(1.72 \text{ à } 3.52).10^4$
Gap optique (eV)	1.2

I.5Applications de l'oxyde de Cuivre :

- semi-conducteur de type p avec puissance de bande interdite de 1,2 à 2,1 V [28.29],

Son faible coût, sa forte absorption solaire,

- Faible émission de chaleur, pas de toxicité
- Le processus de fabrication est simple.
- Il est considéré comme une cellule solaire photovoltaïque très prometteuse en raison de son excellente stabilité et de ses bonnes propriétés électriques [30,31].
- C_uO peut être utilisé comme électrode positive dans une petite batterie au lithium
- C_uO est l'un des catalyseurs les plus importants et les plus utilisés en catalyse. Les nanostructures de C_uO ont généralement une activité catalytique plus élevée
- La performance des nano-cristaux est étroitement liée à la structure de surface des faces de formation des cristaux en plus de la surface spécifique [32].

I.5.1Utilisation de poudres de$C_u O$:

1. Il utilisé, mélangé à de la résine époxy, comme revêtement antifouling.[33]
2. Comme colorant pour la céramique et l'émail
3. Comme insecticide et vaporisateur
4. .Processus de transformation des plants de pommes de Terre.
5. C'est une substance qui empêche la formation de balanes et d'autres organisms
6. Comme agent de préservation du bois et pour protéger les poteaux de cloture
7. Il est utilisé dans le Processus de préparation du phosphore et dans les matériaux qui brillent dans le noir après exposition à la lumière
8. Il est utilisé pour colorer le verre
9. Il est utilisé pour colorer le verre[33]

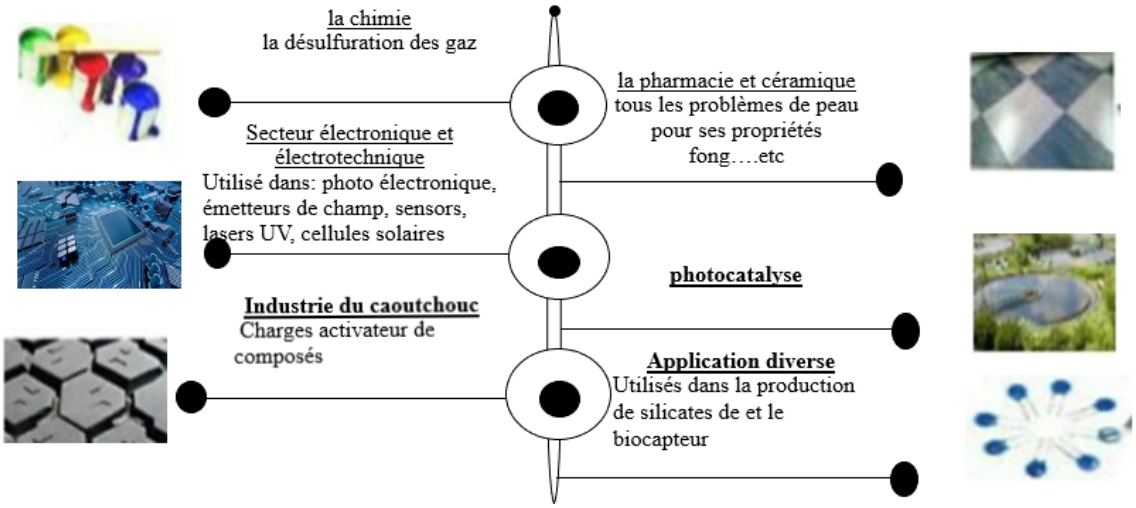


Figure 9:Les applications de C_uO

I.7.Généralités sur Leucaena leucocephala :

I.7.1.Histoire de Leucaena leucocephala :

Leucaena poussait à l'origine dans le centre du Guatemala, Honduras, El Salvador et sud du Mexique, s'étendant sur une plage de latitudes de 12" à 20°N. Il a été propagé par les civilisations précolombiennes dans les basses terres côtières de l'Amérique centrale, du nord du Mexique au Nicaragua (fig. 12). La culture de Leucaena s'est naturalisée dans le monde entier entre les latitudes 25°N. et 25 degrés sud. Au cours de la période commerciale coloniale espagnole de 1565 à 1825, une variété arbustive de leucine (maintenant appelée le type "commun" ou "hawaïen") a été introduite d'Acapulco, au Mexique, et naturalisée dans le Nouveau Monde à partir de Le sud de la Floride et du Texas à travers les Antilles et dans L'Amérique du Sud au sud comme le Brésil, le Chili...etc.[34]

- La carte suivante montre les pays dans lesquels l'espèce Lucina est cultivée.

Figure 10:La carte ci-dessus montre les pays où l'espèce a été plantée.

Indiquant que l'espèce peut être plantée dans chaque écorégion de ce pays, et parce que ces espèces ne peuvent pas être cultivées dans d'autres pays que ceux représentés. Où Certaines espèces d'arbres sont envahissantes, vous devez suivre les procédures de biosécurité qui s'appliquent à Votre site agricole. [41]

I.7.2.Définition de Leucaena leucocephala:

nom Leucaena vient du grec 'leukos' qui signifie blanc et "leucocephala" a la même origine grecque 'leukos' (en plus de 'kephalê' qui, toujours en grec, désigne la tête), faisant référence aux gros glomérules blancs qui en couvrent le sommet Au cours des années 1970 et 1980, il a été considéré comme un « arbre miracle » pour ses multiples utilisations, Il atteint une hauteur de 20 mètres Il ne s'étale généralement pas sur plus de 4 à 5 mètres Il est élancé ou dense Il possède plusieurs tiges d'un diamètre de 40 à 50 cm à l'âge de 8 ans. Qualifiée de "plante envahissante" en ce sens qu'elle est utile pour la production de fourrage et Il se propage comme de la mauvaise herbe à certains endroits. Il a plusieurs noms scientifiques, dont : amharique (Lukina) ; arabe (Leucaena); Créole (Licina, Dylan); Anglais (Leucaena, jumpy bean, tamarin sauvage, plombier, bubinac blanc, plombblanc, tamarinier de cheval) [35]

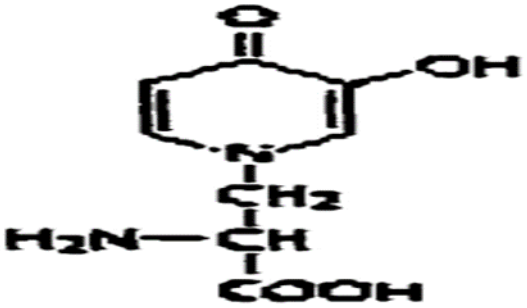


Figure 11:Structure chimique d'Iamimosine (Leucaena)

1.7.3) DESCRIPTIF BOTANIQUE :

-Leucaena leucocephala est une petite plante arbustive variable et très ramifiée, leucocephala arbre de taille moyenne à fût court et clair jusqu'à 5 m, ramification anguleuse dressée et cime étroite et ouverte, 3-15 (max. 20) m de haut, diamètre du fût 10-50 cm. Écorce sur les jeunes branches lisse, gris-brun, tranche rose saumon, gris-brun plus foncé et plus rugueux avec des fissures verticales brun-orange peu profondes et rouille et une écorce interne rouge foncé sur les branches et le fût plus anciens.

-Cette plante à feuilles persistantes est profondément enracinée. C'est souvent a une combinaison de fleurs, de gousses immatures et matures toutes présentes sur l'arbre en même temps. Feuilles avec (4 min) 6-9 paires de pennes ; rachis pinnulaire de 5 à 10,2 cm de long, folioles de 9-16 (max. 21) mm de long, 2-4,5 mm de large, 13-21 paires par penne, légèrement asymétrique, linéaire-oblong à faiblement elliptique, pointu à l'extrémité, arrondi à obtus à la base, glabres sauf sur les marges. Les feuilles et les folioles se plient chaud, froid ou manque d'eau. Capitules de 12 à 21 mm de diamètre, 100 à 180 fleurs par capitule, en groupes de 2 à 6 à l'aisselle des feuilles, apparaissant sur de jeunes pousses en pleine croissance, fleurs blanches ou blanc crème pâle. Gousses (9min) 11-19 cm de long, (13min) 15-21 mm de large, (3 min) 5-20 (45max) par capitule, linéaire-oblong, aigu ou arrondi à l'apex, plat, 8- 18 graines, brun moyen à orange, glabres et légèrement lustrées ou densément couvert de poils blancs veloutés, papyracés, s'ouvrant le long des deux marges. Graines dures, brun foncé à testa dur et luisant, 6,7-9,6 mm long, 4-6,3 mm de large, aligné transversalement dans la gousse Le nom spécifique « leucocephala » vient de « leu », signifiant blanc, et 'cephala', signifiant tête, se référant aux fleurs. Il y a 3 reconnus sous-espèce : leucocephala, Glabrata (Rose) S. Zárate, et ixtahuacana C.E. Hughes.

-Le tableau suivant montre la classification de la plante de Leucaena [36]

Tableau 3 :: classifications et caractéristique de Leucaena

Classification classique	Classification phylogénétique	Caractéristiques
Règne : *Plantae*	Clade : *Angiospermes*	**Hauteur maximale arbre** : 20 m
Sous-règne :	Clade : *Dicotylédones vraies*	**Hauteur maximale tronc** : m
Division : *Magnoliophyta*	Clade : *Rosidées*	**∅ adulte à hauteur d'homme** (1,3m) : 50 cm
Classe : *Magnoliopsida*	Clade : *Fabidées*	**Direction croissance branches** : ↗
Sous-classe :	Ordre : *Fabales*	**Densité du bois** : (en plantation).
Ordre : *Fabales*	Famille : *Fabaceae*	**Densité du bois** : ~ kg/m3 (à ans).
Famille : *Mimosaceae*	Sous-famille : *Mimosoideae*	**Précipitation annuelle** : 750 à 1800 mm.
Genre : *Leucaena*	Espèce : *Leucaena leucocephala*	**Fourchette d'altitudes** : 0 à 1500 m.
Nom binominal : *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, 1961	**Groupe** : feuillu.	**Fourch. de températures** : 25 - 30 °C (optimale). Sa croissance cesse à < 15°C.
Durée de vie :	**Propagation** : graines.	**Pouvoir calorifique** : kcal/kg

L. leucocephala est essentiellement une espèce tropicale nécessitant des températures chaudes pour une croissance optimale et avec peu de froid [37]

1.7.4Morphologie et caractéristiques :

L. leucocephalaest un arbre à croissance rapide, qui peut atteindre 20 mètres de hauteur.

Figure 12 :Arbre de L. leucocephala

Tronc : Cet arbre a un tronc clair jusqu'à cinq mètres, avec un diamètre de tronc allant de 10 à 50 centimètres [37]

Branches de taille moyenne à angle vertical [37]

Feuilles: sont des plumes doubles, chacune composée de 10 à 20 paires de folioles, d'une lance d'au moins 15 cm de long, et réagit aux pressions de l'humidité, du froid et de l'obscuritéune (37]

Figure 13:feuille de L. leucocephala

Fleurs : Elles sont blanches avec une tête sphérique, de 2 cm de diamètre, émergeant de l'axe de la feuille à l'extrémité des rameaux, simples ou par paires [38]

Figure 14fleur de L. leucocephala:

Les fruits sont plats, longs de 10 à 15 cm et restent accrochés aux arbres après la chute des graines. La gousse contient de 12 à 25 graines. Le nombre de graines par kilo varie selon les variétés, soit en moyenne environ 20 000 graines. Par kilogramme. [38]

Figure 15:fruits de L. leucocephala

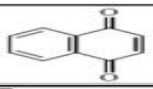
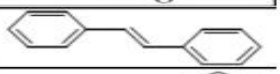
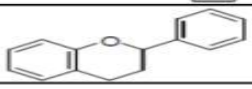
Graines : elles ont une coque dure recouverte d'un enduit cireux qui les rend impénétrables [38]

Figure 16:graine de L. leucocephala

I.7.5 Les composés phénoliques (polyphénols) :

Les composés phénoliques sont une classe de molécules organiques spécifiques au règne végétal. Ils contiennent respectivement une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques. Près de 10 000 molécules biologiquement actives ont été identifiées. Il se caractérise par la présence d'au moins un cycle phénolique à 6 carbones (cycle benzénique) ,qui Il se lie directement à au moins un groupement hydroxyle libre (OH) ou remplit une autre fonction : éther, ester On les retrouve en général, dans toutes les plantes vasculaires, où elles peuvent être localisées dans différents organes : Les racines, les tiges, etc., ont un rôle dans les paramètres de qualité (couleur, astringent, amertume et qualité valeurs nutritionnelles, etc.) qui guident les choix humains dans la consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules) et des produits qui en sont dérivés [39]

Tableau 4:principe classes des composés phénolique(Rézaire)

Squelette carboné	Classe	Structures de base
C_6	Phénols simples	
C_6-C_1	Acides hydroxybenzoïques	
C_6-C_3	Acides hydroxycinnamique coumarines	
C_6-C_4	Naphtoquinones	
C_6-C_2-C_6	Stilbènes	
C_6-C_3-C_6	Flavonoïdes	
$(C_6$-$C_3)_2$	Lignanes	
$(C_6$-$C_3)_n$	Lignines	
$(C_6$-C_3-$C_6)_n$	Tanins condensés	

Les structures des composés phénoliques s'étendent sur des molécules simples telles que les acides phénoliques aux composés fortement polymérisés comme les proanthocyanidines

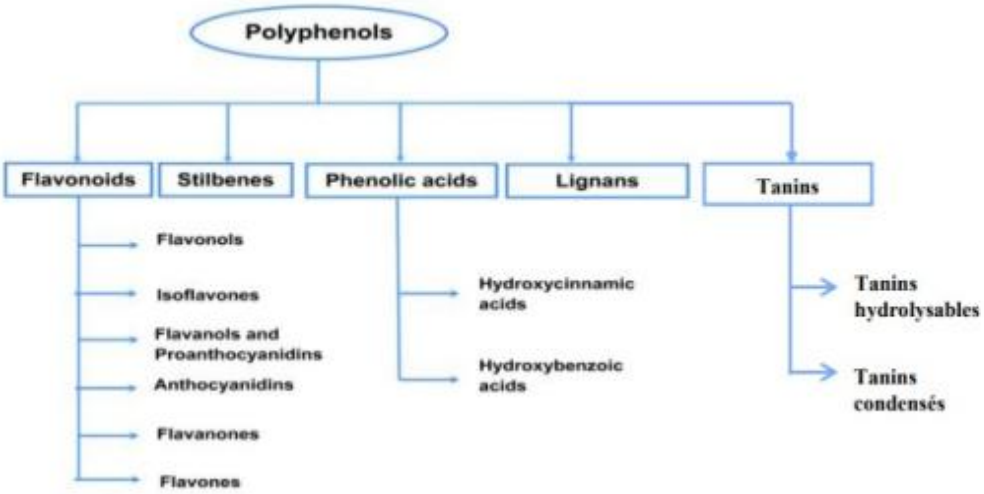


Figure 17:principe classes de polyphénols (OLIVER) et al, 2016

a)Acide phénol :

Ces substances organiques sont les formes les plus simples des composés phénoliques. Ils possèdent aumoins une fonction hydroxyle et une fonction carboxyle.Ce sont des dérivés hydroxylés de l'acide benzoïque (C6-C1) ou de l'acide cinnamique (C6-C3). [40]

Exemples:

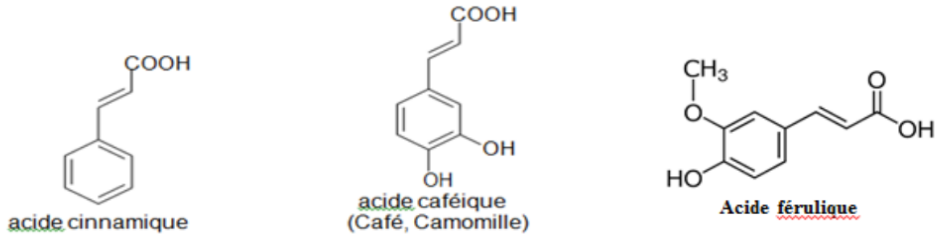


Figure 18:exemples des acides phénols

b) Les tannins : Ce sont des polyphénols polaires d'origine végétale, existent dans presque chaque partie de la plante : écorce, bois, feuilles, fruits et racines, leurs poids moléculaire s'étendent de 500 à3000. [40]

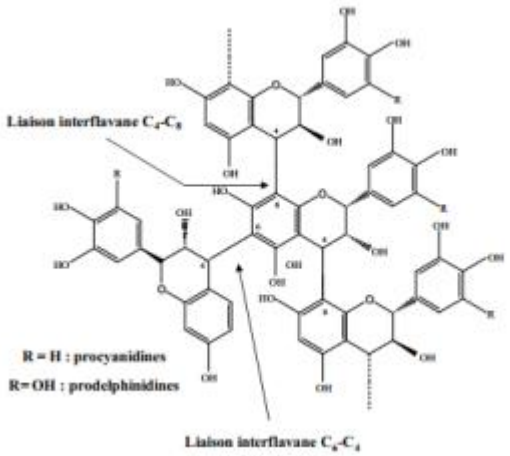
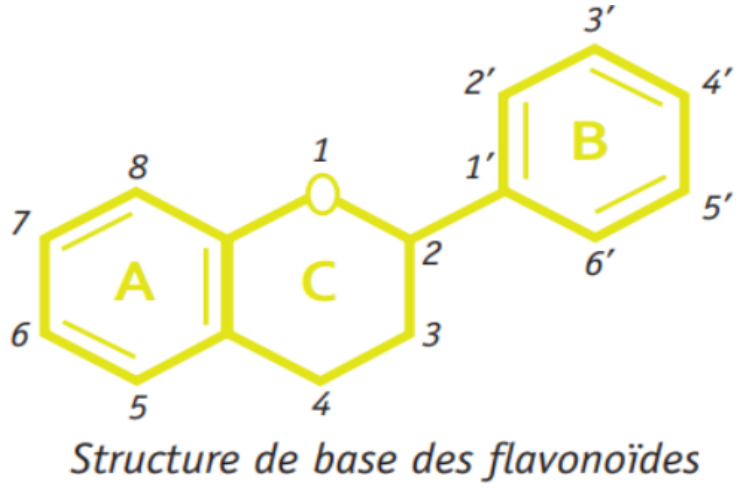


Figure 19:Structure chimique des tannins condensés

c) Les flavonoïdes :

Représentent une classe de métabolites secondaires largement distribués dans le Royaume Les flavonoïdes sont des pigments hydrosolubles responsables des variations de couleur des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Ils contiennent plus de 4000 composés différents. [40]



Activer Windows

Figure 20:structure de la base des flavonoïdes

I.7.6 Utilisation du L. leucocephala dans la médecine traditionnelle :

L. leucocephala est utilisé à diverses fins en médecine et dans l'industrie pharmaceutique. Ses feuilles étaient autrefois utilisées comme désinfectant pour les plaies Ses graines sont utilisées dans l'industrie pharmaceutique, comme les médicaments anthelminthiques et le traitement de la gonorrhée et de la myopie. Quant à l'écorce pour réduire les douleurs internes et aussi comme poison pour les vers Et les racines en ont extrait un extrait qui est utile dans la dystocie et les menstruations et a un effet contraceptif et abortif (Duke, 1983). La gomme isolée dans les préparations pharmaceutiques en était également extraite comme adhésif pour les rats du type (Verma et Razdan, 2001). Sa qualité d'adjuvant pharmaceutique (liant pharmaceutique) leucocephala peut être utilisé pour inhiber l'apoptose induite par Ultra-violet ou par inhibition de l'ARN polymérase II dans les cellules A431 humaines en raison de Il inhibe de manière réversible les cellules dans la phase Gl du cycle cellulaire. [42]

Chapitre02 :

Matériels et méthode

Les nanoparticules de C_uO sont l'une des propriétés les plus importantes qui ont suscité l'intérêt des chercheurs.Dans ce chapitre, nous étudions les techniques d'élaboration des nano-poudres. De notre côté dans la première partie, l'extraction végétale a été réalisée et les solutions ont été fabriquées $C_uO$et $A_g_C_uO$

La deuxième partie de ce chapitre est consacrée à la mise au point de techniques de caractérisation des poudres utilisées : diffraction des rayons X et UV-Visible pour l'analyse.

Propriétés structurelles, optiques et électriques des poudres C_uOet A_g-C_uO produites et du dispositif FTIR

II.1Les products chimiques utilisés :

- sulfate de cuivre
- l'extrait de plante de Leucaena leucocephala (recueilli dans la willaya Adrar)

II.2Préparation de l'extrait de Leucaena leucocephala :

Les feuilles ont été cueillies sur l'arbre Leucaena leucocephala et laissées sécher pendant un certain temps, nous sommes venus avec un système de chauffage à contre-courant de 250 ml (contenant 150 ml d'eau distillée + 5 g de litre séché) et avons laissé bouillir le mélange pendant une heure. Une fois la période terminée, nous le laissons refroidir légèrement et le filtrons à travers du papier filtre dans un bécher.

II.3 les globales synthèses :

II.3.1Synthèse de nanoparticules de C_uOà partir de l'extrait deLeucaena leucocephala :

100 ml d'extrait de Leucaena leucocephala avec 5 g de C_uSO_4 sont prélevés dans un bêcher, et ce mélange est chauffé à une température de 50-60°C à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à ce que l'eau bout, et elle s'évapore complètement sur une durée d'au moins 6h jusqu'à formation d'une pâte colorée Accentue la formation deC_uO, puis mise en four de 10° - 400° pendant 2 heures.

Figure 21:extraction de$\boldsymbol{C_uO}$ à partir de feuille Leucaena leucocephala

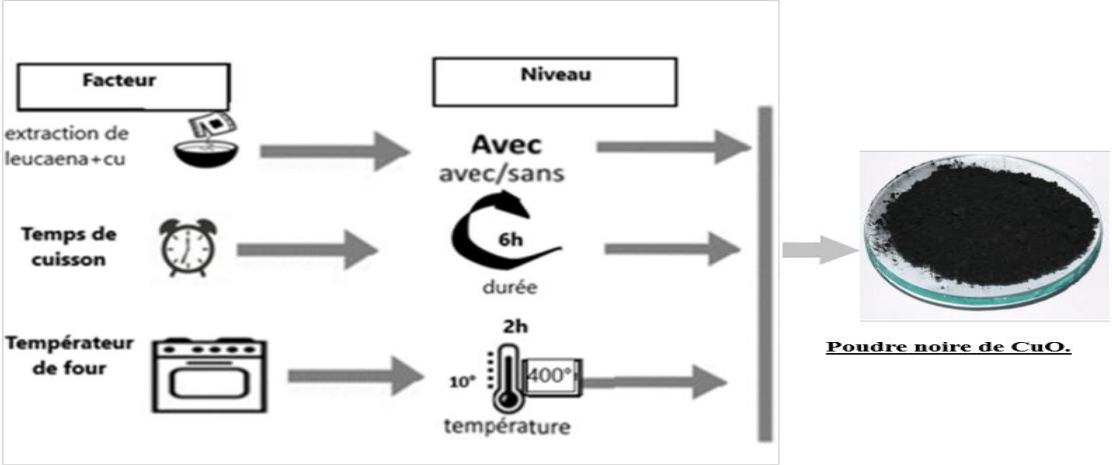


Figure 22:Synthèse de nanoparticules de $\boldsymbol{C_uO}$ à partir de l'extrait de Leucaena leucocephala

II.3.2 synthèse de A_g/C_uO :

100 ml d'extrait de feuille Leucaena avec 5 g de sulfate de cuivre sont pris dans un bécher avec 8 mg et 16mg de A_gNO_3 dans des proportions différentes (1%,2%) ; ce mélange est chauffé à une température de 50-60 ° C à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à ce que l'eau bout, et il s'évapore complètement sur une période d'au moins 6 heures jusqu'à formation d'une pâte colorée noir. fait ressortir la formation d' $A_g_C_uO$;puis mise au four à 10° - 400° pendant 2 heures

II.4.Synthèse des NPs la chimie vert C_uO :

Pour mieux valoriser l'environnement, il faut exploiter les ressources

Matériaux pour la production de nanoparticules pour réduire l'utilisation de réactifs

toxique; Dans ce travail, nous présentons une méthode de synthèse de nanoparticules de cuivre utilisation de l'extrait de feuille de Lucina

II.5. Méthode de synthèse de nanoparticuleC_uO :

On sait depuis longtemps que les plantes sont capables de réduire les ions métalliques à la fois sur leur surface et dans divers organes et tissus éloignés du site de pénétration ionique. A cet égard, les plants (en particuliercelles qui ont une très forte ionisation des ions métalliques et une capacité réductrice) ont été utilisées pour extraire des métauxprécieux des terres qui seraientéconomiquementinjustifiables aux miennes; une approcheconnue sous le nom de phytomining. lesmétauxaccumulés par les plantes peuvent être récupérés après récolte par des méthodes de frittage et de fusion. Fait intéressant, l'étude du processus de bioaccumulation des métaux dans les plantes a révélé que les métaux sont habituellementdéposés sous forme de nanoparticules. Tout d'abord, la taille et la forme des nanoparticules varient en fonction de leur localisation dans l'usine, qui peut dépendre des différences dans la teneur en ions métalliques dans divers tissus et la possibilitésubséquente de nanoparticule mouvement et pénétration. Ces facteurspourraient influencer le niveau de dépôt de métal autour nanoparticules déjà existantes, et aussi la perspective de nouveaux événements de nucléation (initiation de la formation de nanoparticules) [43] . L'hétérogénéité de la taille et de la morphologie des nanoparticules produites dans des plantes entières peut entraver leur utilisation dans des applications spécifiques, finement les tailles et les formes accordées sont requises; illustrant ainsi l'incapacité d'adapter les nanoparticules synthétisées de plantes entières aux exigences du marché. De plus, efficace extraction, isolation et purification de nanoparticules à partir de matériel végétal est une procédure difficile et problématique, avec une faible récupération. À cet égard, les approches in vitro ont activement développé ces dernières années, dans lequel des extraits de plantes sont utilisés pour la bio-réduction d'ions métalliques pour former des nanoparticules. Ces approches offrent une plus grande flexibilité contrôle de la taille et de la forme des nanoparticules.

II.6.Techniques d'analyses et de caractérisations :

II.6.1) la spectroscopie :

II.6.1.1) Définition :

La spectroscopie UV-visible est l'une des méthodes d'analyse les plus anciennes et les plus utilisées.

Dans les laboratoires (travaux chimiques et en analyses chimiques ou biochimiques). Il permet notamment de mesurer l'absorbance ou la densité optique du matériau, selon la loi de Beer-Lambert [44], d'accéder qualitativement à l'information sur la nature des liaisons présentes au sein de l'échantillon et de déterminer quantitativement la concentration en espèces adsorbées. Dans cette gamme spectrale. Il est non destructif et rapide, et repose sur la propriété des molécules à absorber le rayonnement lumineux d'une certaine longueur d'onde. (Environ 10–400 nm) et visible (800–400 nm). [45]

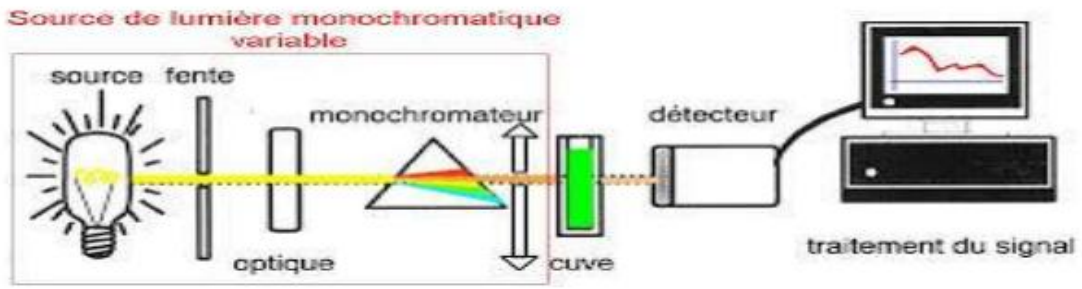


Figure 23:Schéma de spectroscopie UV-Visible

II.6.1.2) Le principe de la spectroscopie UV – visible

L'échantillon à analyser est traversé par un rayonnement lumineux de longueur d'onde 100-800 nm. Les photons issus du rayonnement transmettent aux composés analysés une énergie qui excite les molécules réticulées, atomes ou ions. Ainsi une partie du rayonnement incident est absorbée.

L'étude du rayonnement après passage dans la substance analysée permet d'obtenir des informations sur sa nature.

Lorsque la solution est placée dans un spectromètre, elle reçoit un rayonnement d'une intensité d'I0, elle en diffuse une partie et absorbe l'autre. Par conséquent, l'intensité (I) du rayonnement du réservoir est inférieure à l'intensité du rayonnement initial (I0).

A partir de ces intensités on définit l'absorbance A :

A=log $\frac{I_0}{I}$

L'absorbance est une grandeur sans unité qui est d'autant plus grande que le rayonnement est absorbé.

La loi de Beer Lambert

L'absorbance A mesurée par un spectroscope dépend de plusieurs facteurs :

1. La largeur L de cuve de spectroscopie,
2. La concentration C de la substance dissoute,
3. Le coefficient d'absorption molaire ε, aussi appelé coefficient d'extinction molaire.

Il s'agit d'une grandeur qui dépend de l'espèce dissoute en solution, du solvant utilisé et de la longueur d'onde du rayonnement.

Ces grandeurs sont liées par la loi de Beer-Lambert :

A=$\varepsilon * C * L$……Eq (10)

Avec ε en L.mol-1.cm-1

C : en mol.L^{-1}

L : en cm

A : sans unité

Etant donné que le coefficient d'absorption molaire dépend de la longueur d'onde du rayonnement, l'absorbance en dépend également. [46]

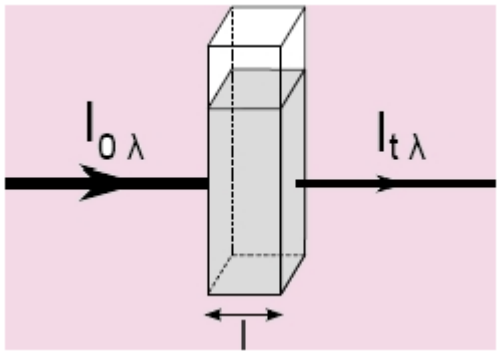


Figure 24:Schéma de fonctionnement d'un spectromètre UV-Visible

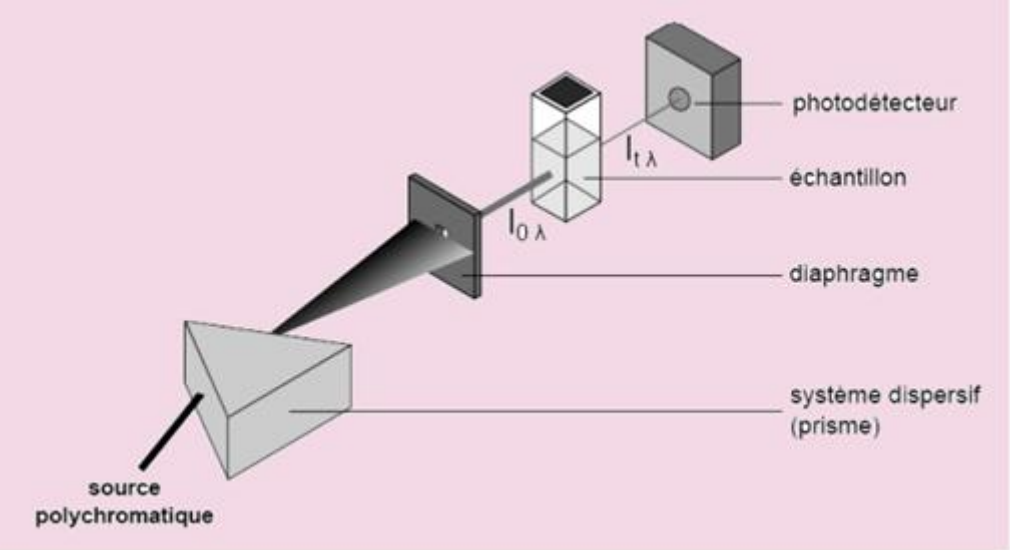


Figure 25:principe de fonctionnement d'un spectromètre UV-Visible

II.6.1.3) mode opératoire :

Avant de créer une courbe par un spectrophotomètre pour étudier les changements de concentration de la solution jaune de tartrazine, nous avons préparé 2 litres de solution de safran à une concentration de 30 mg/L. (15 mg/L), puis peser 500 mg dans une feuille d'aluminium d'oxyde de cuivre que nous avons préalablement préparée et l'exposer au soleil. Nous ajoutons de l'oxyde de cuivre à la solution de safran à l'aide d'un mélangeur magnétique et commençons à prélever un échantillon toutes les 30 minutes et placez-le dans une centrifugeuse pour séparer les échantillons afin de pouvoir lire les résultats sur un appareil UV-Visible où nous utilisons la même méthode pour les solutions pré-préparées $(1\%\mathrm{A_g} - \mathrm{C_u O}, 2\% A_g - C_u O)$

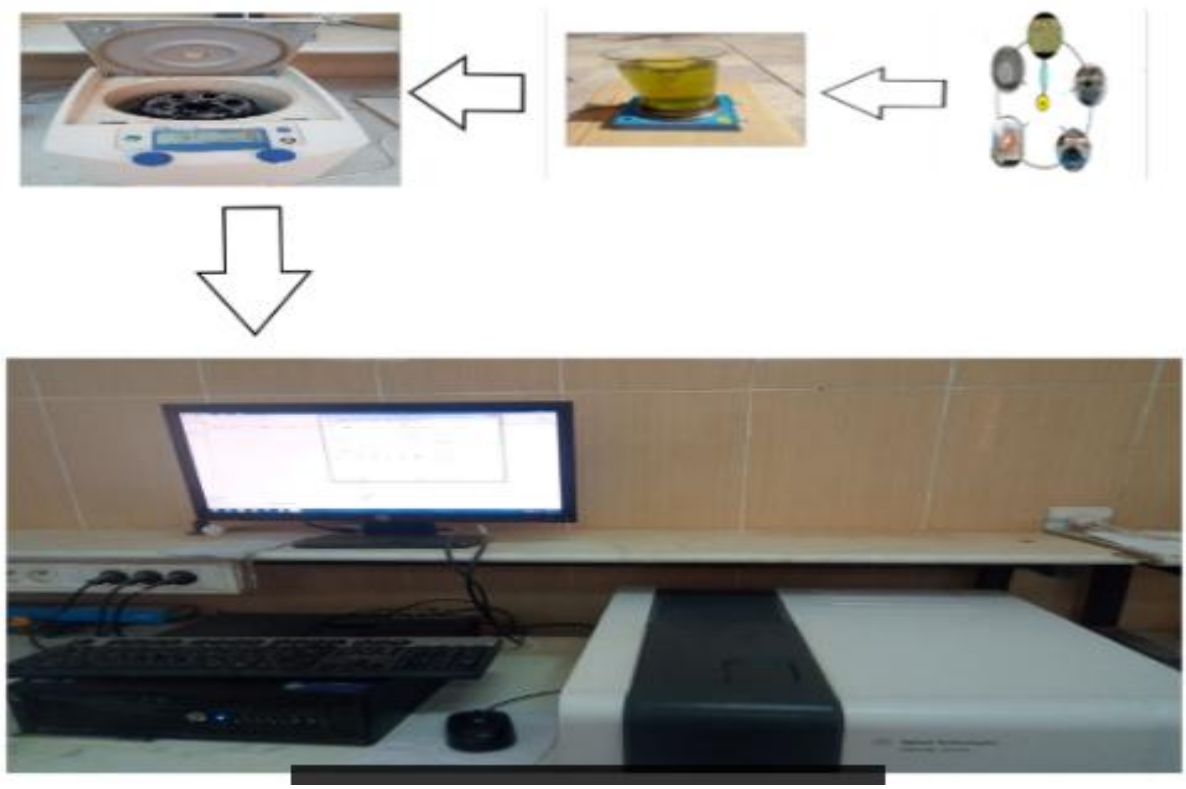


Figure 26:Organigramme Pour la Synthèse Vert de la Solution

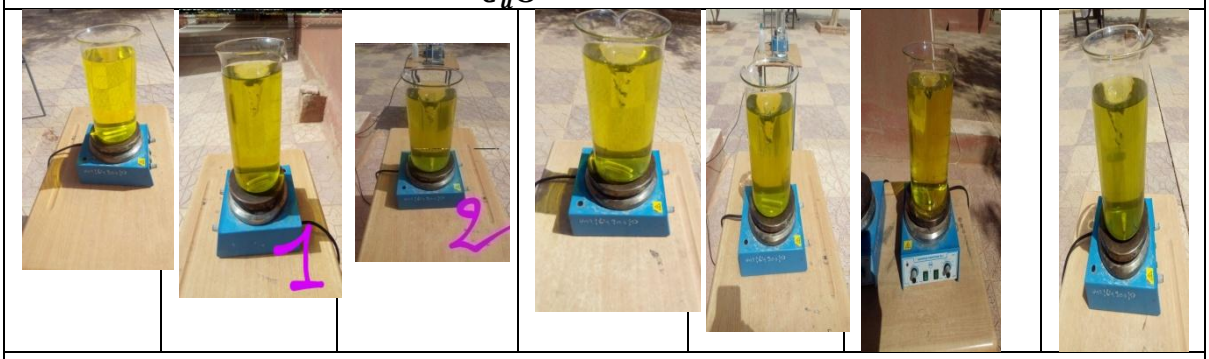
Tableau 5:les expériencesexposés au soleil:

0min	30min	60min	90min	120min	150min	180min
15 ppm jaune de tartrazine plus 500mg de :						
1%$A_{g_}C_uO$						
C_uO						
2%$A_{g_}C_uO$						

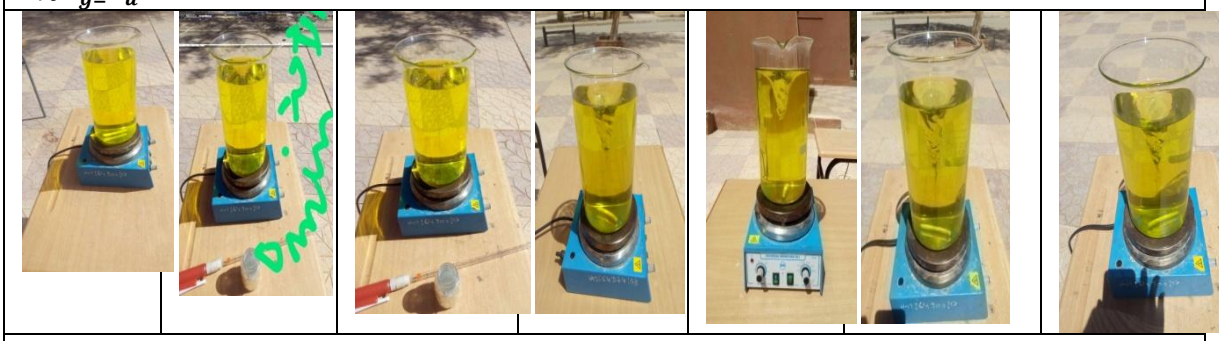
15 ppm jaune de tartrazine plus 1000 mg de :

1%$A_g_C_uO$

C_uO

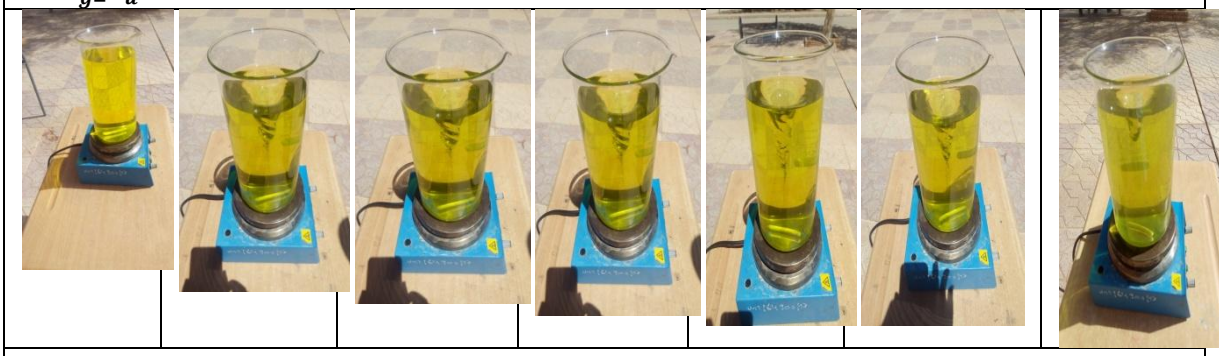


2%$A_g_C_uO$

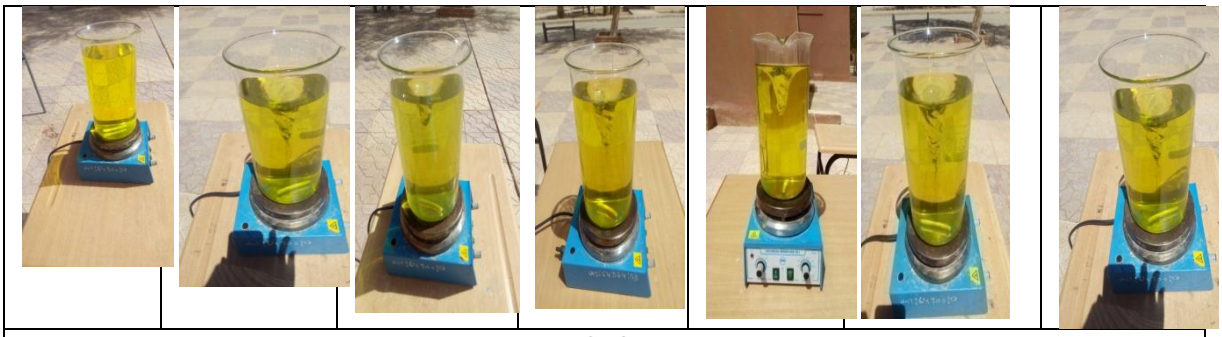


10PPM jaune de tartrazine +500mg de :

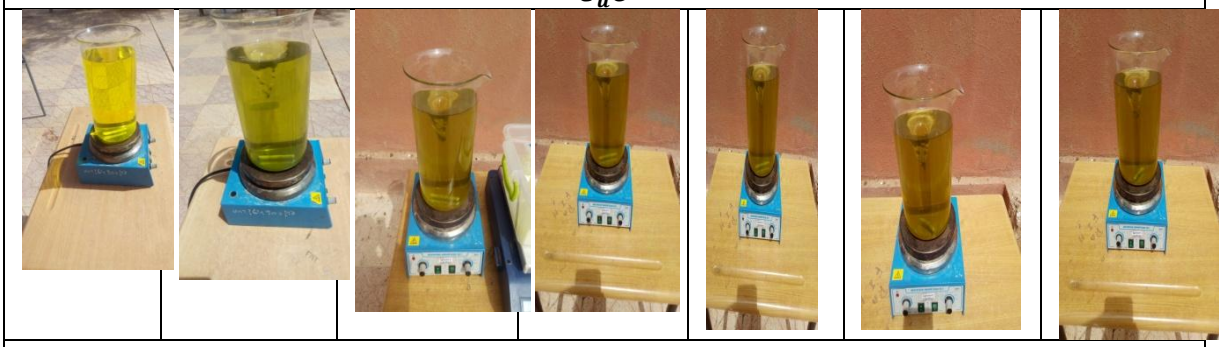
1%$A_g_C_uO$



2%$A_g_C_uO$

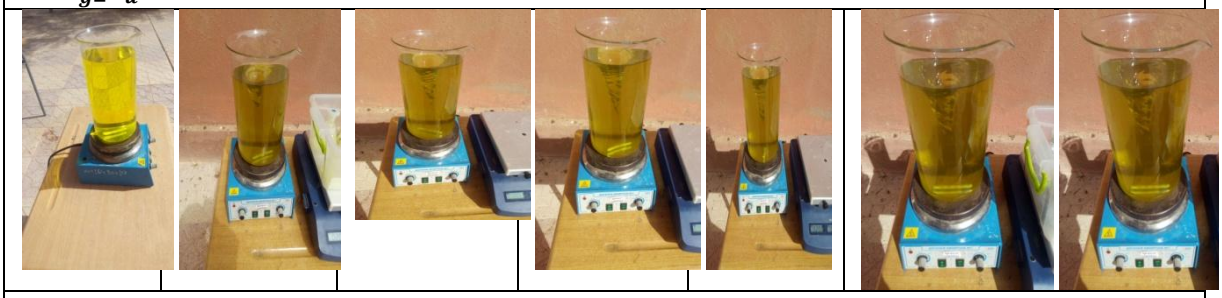


C_uO



10PPM jaune de tartrazine +1000 mg de :

1%$A_g_C_uO$



2%$A_g_C_uO$

C_uO

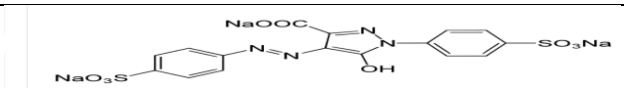
II.7.)Test photocatalytique

II.7.1 Condition expérimentales :

- Polluant : Jaune de tartrazine(E102)
- Photocatalyseur : nanoparticule de C_uO et A_g - C_uO bio-synthétisés.
- Source d'irradiation : Lumière soleil (Mois de Mars 2022)

Le colorant jaune de Tartrazine : C'est un solide cristallin jaunâtre orangé qui se présente sous forme de poudre. Sa formule chimique est $C_{16}H_9N_4O_9S_2\ N\ a_3$ et son poids moléculaire est de 534,36 g/mol. Il est facilement soluble dans l'eau. Il est utilisé comme colorant et colorant dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques la famille des composés azoïque, choisie comme modèle représentatif des polluants organiques de taille moyenne. [47]

Tableau 6:caractérisation physico-chimique du colorant Jaune de Tartrazine

Nom IUPAC	trisodium;5-oxo-1-(4-sulfonatophenyl)-4-[(4-sulfonatophenyl) diazenyl]-4*H*-pyrazole-3-ccarboxylate
Structure	
Nom chimique	Le sel 4,5-dihydro-5-oxo-1-(4-sulfophenyl)-4-[4-sulfophenyl-azo]-1H-pyrazole-3-acide carboxylique
Formule moléculaire	$C_{16}H_9N_4O_9S_2\ N\ a_3$
Etat physique	Solide (cristallin jaunâtre orangé)
son code	E102
Masse molaire	534,36 g/mol

II.7.2) Préparation des solutions de colorant :

Une solution mère jaune de Tartrazine est préparée à raison de15 mg/L, C'est _à dire 30 mg/2 l ; en la dissolvant dans de l'eau distillée, dans une fiole jaugée de2 litre.

II.8) **La Spectroscopie Infrarouge**

II.8.1) Définition :

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) est une technique importante qui permet d'identifier facilement la présence de certains groupes fonctionnels dans une molécule organique. Les groupes fonctionnels ont des fréquences de vibration qui sont caractéristique de ce groupe fonctionnel. Ces fréquences de vibration tombent avec la gamme de fréquences infrarouge (IR). En tant que telle passage d'un signal IR à travers le composé organique fait vibrer les groupes fonctionnels à des fréquences spécifiques. Dans en d'autres termes, un signal infrarouge qui traverse un composé organique sera absorbé à ces caractéristiques fréquences, qui peuvent être transformées en un spectre unique [48].

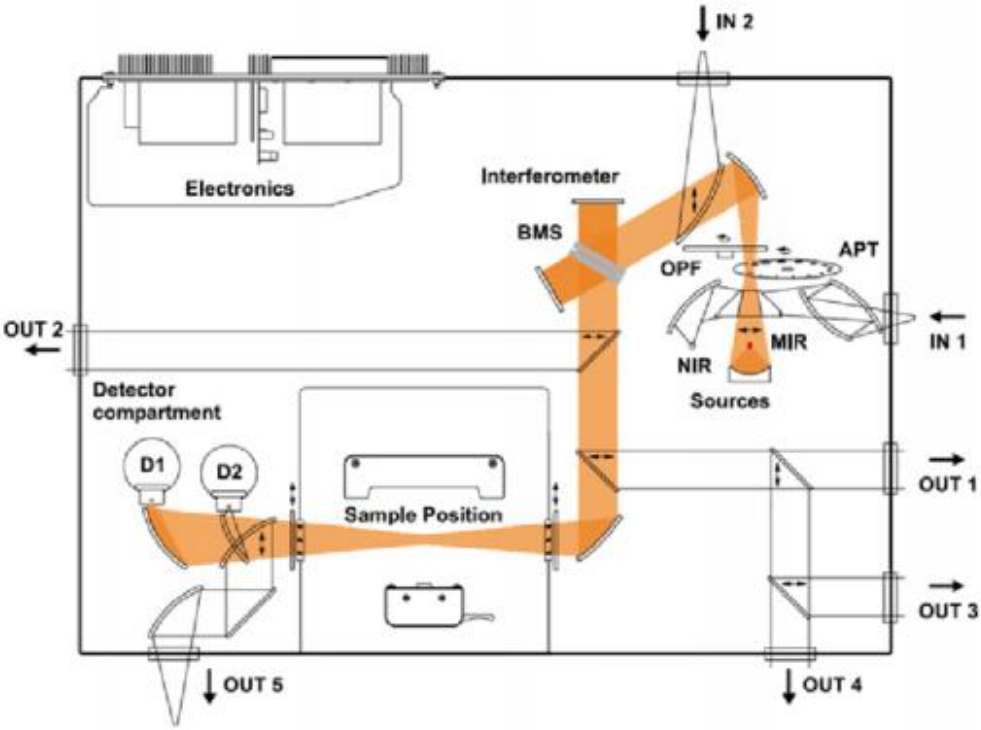


Figure 27:schéma du Bruker Vertex 70 (Bruker.com)

II.8.2) Principe FTIR :

Le principe de la spectroscopie infrarouge (IR) est basé sur l'absorption de la lumière par la plupart des molécules dans la région infrarouge du spectre électromagnétique et sa conversion en vibration moléculaire [49]. Il permet la détection des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, Analyser les fonctions chimiques contenues dans la substance. , l'absorption infrarouge est mesurée par le matériau de l'échantillon à partir du centre (2,5/A/50). [50] en accord avec La gamme d'énergie vibratoire des particules.

. L'intensité du rayonnement de la source est divisée en deux parties : une partie retourne à la source et l'autre partie est réassemblée de manière cohérente et renvoyée à l'échantillon pour former un motif d'interférence. Fréquences utilisables directement. [2] Le résultat est un spectre qui donne une "empreinte chimique" distincte qui peut être utilisée pour visualiser et identifier des échantillons organiques et inorganiques

II.8.3) Mode opératoire de FTIR:

La plaque plate est utilisée pour analyser les solides, Y compris des échantillons d'oxyde de cuivre pour la synthèse de cristaux légèrement plus haut que la surface de la plaque métallique, ce qui aide à Bon contact avec le cristal/échantillon lorsqu'il est pressé contre la plaque plate utilisée.

Nous appliquons l'échantillon sur la surface cristalline de la plaque d'aquarium pour faciliter l'échantillonnage, en utilisant Cristal creux (pour accueillir l'échantillon) sous forme de poudre, seules les poudres sont prises sous forme d'une fine couche des trois solutions où nous utilisons une couverture de volatils pour couvrir la zone d'échantillonnage. À l'aide de la presse à poudre en option, Les poudres fines produisent souvent des spectres de haute qualité lorsqu'elles sont analysées, Par FTIR en supposant qu'ils peuvent être placés en contact intime avec cristal,La peinture permet l'élimination des échantillons de cristal et facilement insérés, Vient ensuite la phase de transit cellulaire, on utilise des Flow Celles. Un cristal scellé avec des joints toriques, qui Les cristaux de changement d'utilisateur sont autorisés. Entrez l'échantillon Par seringue ou par tube attaché et ci-dessous bonne pression. Il peut s'agir de cellules d'écoulement, et leur rôle est de contrôler la température.

II.9) La diffraction des rayons X (*(DRX):*

II.9.1) Definition :

La diffraction des rayons X est une méthode très utilisée pour caractériser la structure d'un matériau. Elle s'applique à des milieux cristallins possédant un arrangement périodique ordonné. Elle permet d'identifier facilement les phases cristallisées présentes par comparaison avec des bases de données, aussi elle permet de déterminer plusieurs paramètres structuraux tels que les paramètres de maille, les positions cristallographiques des atomes, la taille et l'orientation des cristallites constituant le matériau [51]

Figure 28:Diffractomètre des rayons X

II.9.2) Principe de DRX :

La diffraction des rayons X est un phénomène de diffusion cohérente et élastique [52]

Il se produit lorsque les rayons X interagissent avec le matériau cristallisé avec une longueur d'onde comprise entre 0,01 et 10 Å,La surface de l'échantillon est irradiée avec un faisceau de rayons X à un angle spécifique avec le faisceau incident, et le détecteur de rayons X reçoit une partie du faisceau diffracté et mesure son intensité qui doit être envoyée à un ordinateur qui traite les données et donne nous un diagramme de diffraction, seuls les plans de réseau parallèles à la surface de l'échantillon dévient dans certaines directions selon la loi de Bragg [53] :

$$2d_{hkl}sin\theta_{hkl}=n\lambda$$

Où λ est la longueur d'onde du rayonnement diffracte, n l'ordre de diffraction, d'hkl la distance Inter-réticulaire du plan cristallographique correspondant et θhkl l'angle de diffraction.

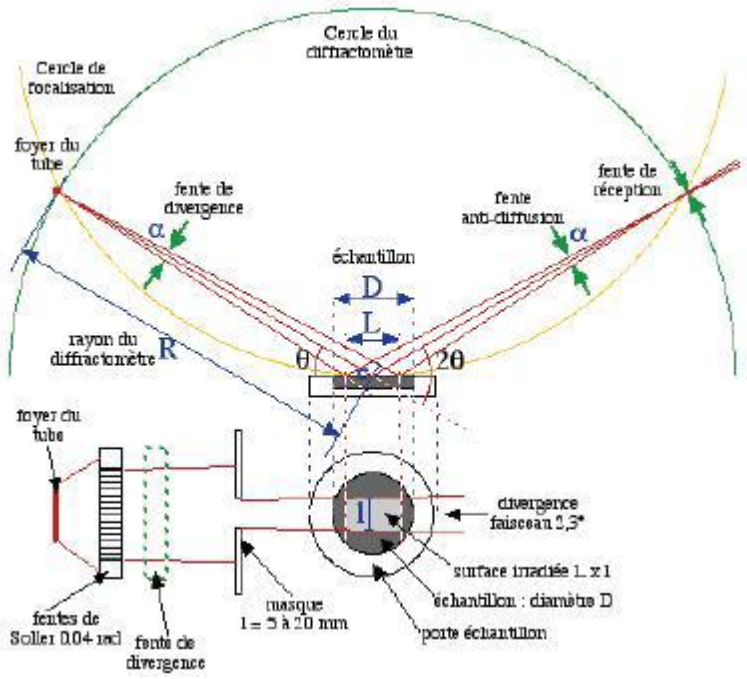


Figure 29:Schéma de principe du diffractomètre

II.9.3) Le Principe de fonctionnement du diffractomètre :

Le diffractomètre est constitué de trois éléments fondamentaux

- La source du rayonnement (tube à rayons X).
- Le porte échantillon (goniomètre).
- Le système de détection.

Pour caractériser nos échantillons de poudre de $C_uO, 1\%A_g - C_uO, 2\%A_g - C_uO$ nous avons utilisé un diffractomètre de type Benchtop PROTO AXRD

II.9.4) Mode opératoire :

Nos mesures ont été effectuées sur un diffractomètre Benchtop PROTO AXRD, où nous avons bien écrasé l'échantillon avec un mortier et pilon de type agate et l'avons placé dans le porte-échantillon, puis inséré les échantillons dans l'appareil ($C_uO, 1\%A_g - C_uO, 2\%A_g - C_uO$). Les rayons X ont été Causée par une source de rayonnement de longueur d'onde moyenne,avec une tension d'accélération de 30 kV, un courant de 20 mA, un pas de 0,02 degrés et un angle de balayage de 5 à 80 degrés.

Le détecteur de rayons X reçoit une partie du faisceau diffracté et mesure son intensité qui doit être envoyée à un ordinateur qui traite les données et nous donne un diagramme de diffraction, seuls les plans de la grille parallèles à la surface de l'échantillon sont déviés dans certaines directions avec le même angle.

II.10) Etude l'influence de PH :

Nous avons pesé 7,5 de jaune de tartrazine et l'avons mis dans un ballon d'une capacité de 500 ml d'eau distillée, où à chaque fois nous en prenons 50 ml dans un bécher et le posons sur l'agitateur magnétique. Nous mesurons les valeurs de pH de la solution à l'aide d'un ph mètre en utilisant les deux solutions N_aOH (ça marche pour remonter le pH) et HCl (pour baisser le pH) afin d'ajuster les valeurs désirées (2-4-6-7-8-10-12) et versez-le dans un Erlenmeyer et recouvrez-le d'une feuille d'aluminium pour réduire l'apparition de changements dans les valeurs de pH.

-Après avoir terminé la préparation de ces solutions, nous terminons l'expérience exposée au soleil en retirant la feuille d'aluminium et en versant l'une des solutions ($C_uO, 1\%A_g - C_uO, 2\%A_g - C_uO$) avec une quantité de 12,5 mg en la plaçant sur l'agitateur d'échantillons pendant une heure à une vitesse de 200 tr/min. vibration afin de dissoudre et mélanger les échantillons

-Après le temps spécifié, les solutions sont placées dans les tubes à centrifuger pendant cinq minutes dans le but de séparer les échantillons On le lit avec un spectrophotomètre et on obtient un graphique.

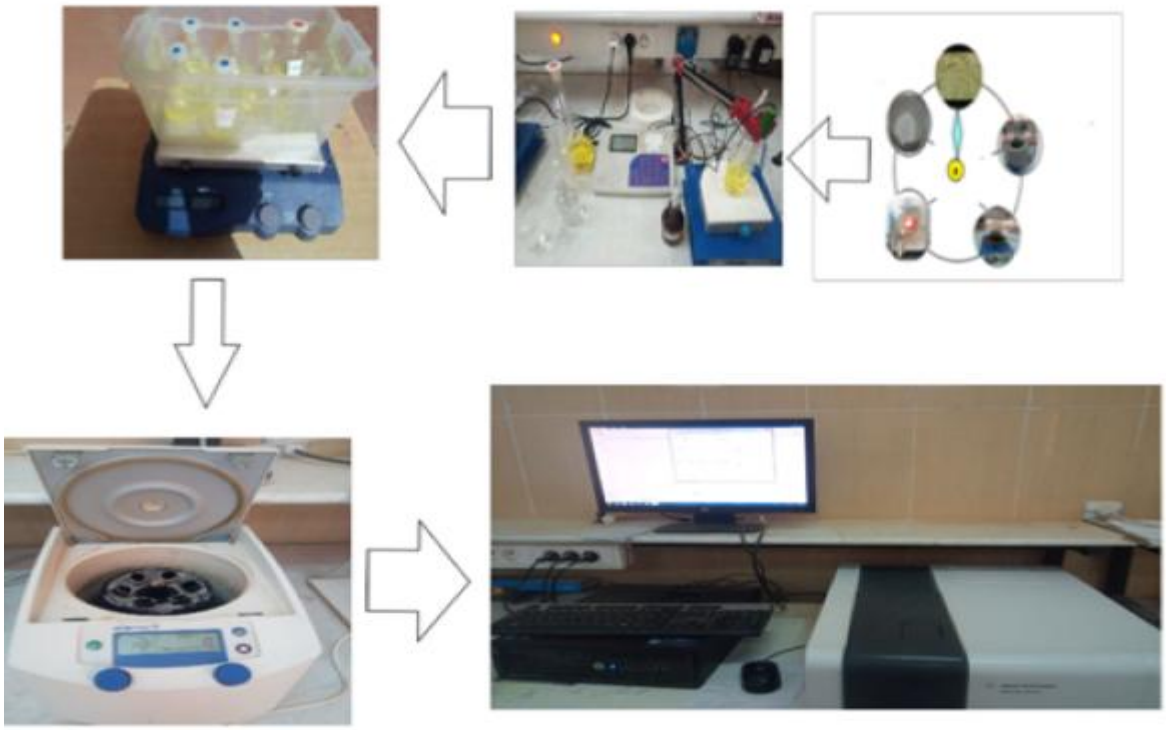


Figure 30:étape pour préparer l'expérience de PH

II.11) L'effet de la lumière du soleil sur jaune de tartrazine :

Le jaune de tartrazine est utilisé pour éliminer la contamination. Il aide à remarquer les changements à l'œil nu. Sous l'influence de la lumière du soleil, l'additif ($C_uO, 1\%A_g - C_uO; 2\%A_g - C_uO$) peut se décomposer en composés plus simples. Par conséquent, des récipients en verre selon la loi de la réfraction sont utilisés pour accélérer la réaction afin que nous puissions l'étudier dans un appareil UV visible, cette technique est appelée photocatalyse de décomposition du colorant.

II.12) Effet de la dose de catalyseur :

Cette étude a été menée en utilisant une concentration initiale de 15 mg/L de colorant jaune de tartrazine nous avons utilisé deux doses différentes :

- Rapport de 500 mg/2000 ml

- Rapport 250mg/2000ml Ensuite, la cinétique de l'évolution de la décomposition de la substance est suivie en fonction du temps des deux rapports

II.3) Le cas du dopage au metal $C_uO$en différentes quantités, respectivement :

Pour étudier l'effet de $C_uO$sur la décomposition jaune de tartrazine, nous avons mené les expériences suivantes sous la lumière solaire :

1) : solution aqueuse jaune de tartrazine 15mg/L avec 500 mg de $C_uO$en 180 minutes

2) 10mg/L solution aqueuse jaune de tartrazine avec 250mg de C_uOà 180°C

II.13.1) Le Cas de dopage avec de l'argent métallique dans des proportions variables 1% et 2% A_g-C_uO respectivement :

Pour étudier l'effet de A_g-C_uO sur la décomposition de la tartrazine nous avons fait les expériences suivantes sous le soleil :

1) solution aqueuse jaune de tartrazine concentration de 30mg/2l et 20mg/2l avec 500mg de 1%A_g en 180 minutes

2) une solution aqueuse de concentration jaune de tartrazine de 30mg/2l et 20mg/2l avec 1000mg g de 1% A_g_C_u O 180.

3) Une solution aqueuse de concentration jaune de tartrazine de 30mg/2l et 20mg/2l avec 500mg g d'A_g à2% et 180 minutes.

4) solution aqueuse jaune de tartrazine concentration de 30mg/2l et 20mg/2l avec 1000mg 2%A_g-C_uO et 180 minutes

Dans toutes les expériences réalisées, la progression du processus de décoloration photocatalytique a été contrôlée par la mesure d'absorbance des échantillons à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible (Cary 60 UV Visible Technologies, Agilent) à .La longueur d'onde est comprise entre 800 et 350 nanomètres. Le mélange réactionnel a été irradié pendant 180 minutes (3 heures) sur onze heures de le matin. À l'aide d'un mélangeur magnétique sous la lumière du soleil.

En utilisant l'équation (11)

$A_0 = \varepsilon l C_0$ ……l'Eq(11), avec :

A_0 : l'absorbance initiale du colorant , et$C_0 =$ concentration initiale du colorant.

*Pour tracer le chemin de l'intensité d'absorption de la lumière dans la solution à laquelle les échantillons ont été ajoutés (C_uO, 1%$A_g - C_u O$, 2%$A_g - C_u O$), nous avons suivi les étapes suivantes : $\frac{A}{A_0}=\frac{C}{C_0}$

Ln $\frac{A}{A_0}$= ln $\frac{C}{C_0}$

Le pourcentage de la décoloration photocatalytique du colorant jaune de tartrazine a été calculée en utilisant l'équation suivent: (1).

Rendement de dégradation

R=$\frac{A_0 - A_t}{A_0}$*100

Où R est le pourcentage d'élimination du colorant (%), et At est l'intensité d'absorption momentanée jaune de tartrazine en (mg/L), respective .

Chapitre 03 :

[Résulte et Discutions]

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats obtenus à partir de la synthèse de nanoparticules de CuO et Ag-CuO extraites de la plante L. leucocephala Ainsi, la caractérisation des nanoparticules est obtenue, Ensuite, les résultats de cette étude peuvent être obtenus de différentes manières :

Méthode de spectroscopie UV-visible pour mesurer la densité optique d'une substance et

Diffraction des rayons X (DRX) pour étudier les propriétés structurales.

et la spectroscopie FTIR. De plus nous avons exploités les propriétés photocatalytique des nanoparticules de CuO et Ag-CuO dans la Tartrazine sous irradiation solaire.

III.1 Analyse chimique de l'extrait du L. leucocephala

Le règne végétal contient différents niveaux de concentration de composés chimiques (tanins , saponines et stérols) qui sont responsables de la synthèse des nanoparticules, nous avons donc utilisé l'extrait de la plante L. leucocephala pour stabiliser les oxydes métalliques et la réduction biologique car la présence d'hydroxyde de sodium dans les phénols et des flavonoïdes qui réduisent le cuivre en oxyde de cuivre et l'argent en oxyde d'argentet les résultats sont les suivants(tableau 07)

Tableau 7:analyse préliminaire de sélection

Métabolite secondaire	Résultat
Saponine	+
Alcaloïde	+
flavonoïdes	+
Tannins	+

+ : présence de métabolite secondaire dans le milieu.

III.2 Caractérisation structurale

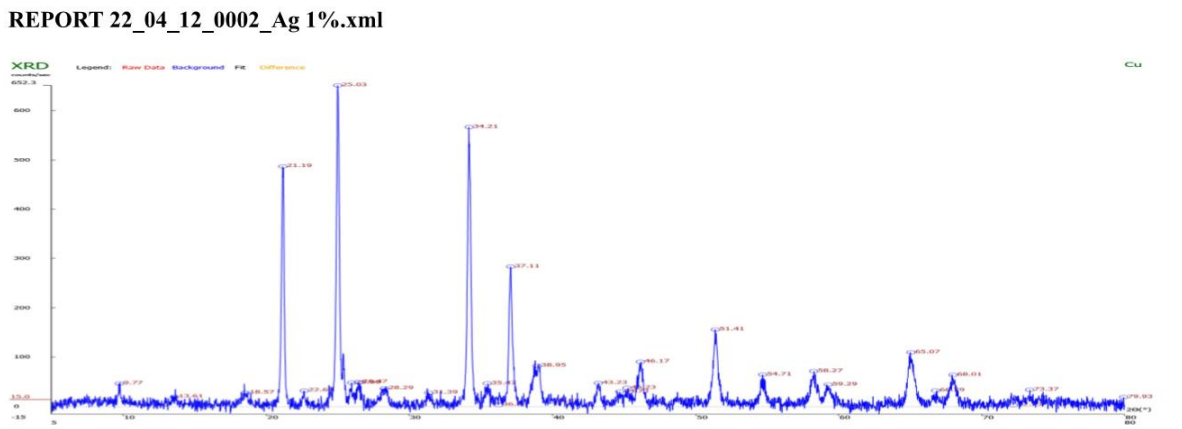
III.2.1 La diffraction des rayons X :

La DRX des rayons X est une technique analytique basée sur la diffraction des rayons et permet d'obtenir des informations quantitatives sur le matériau. Nous avons étudié un groupe de poudres de particules de $C_uO\ et\ A_g - C_uO\ (1\%, 2\%)$ afin de savoir si les poudres contiennent de particules ou échantillons l'oxyde de cuivre Les résultats sont de type PROTO sous la gamme 2θ de 5° à 80° avec un pas de 2sec.

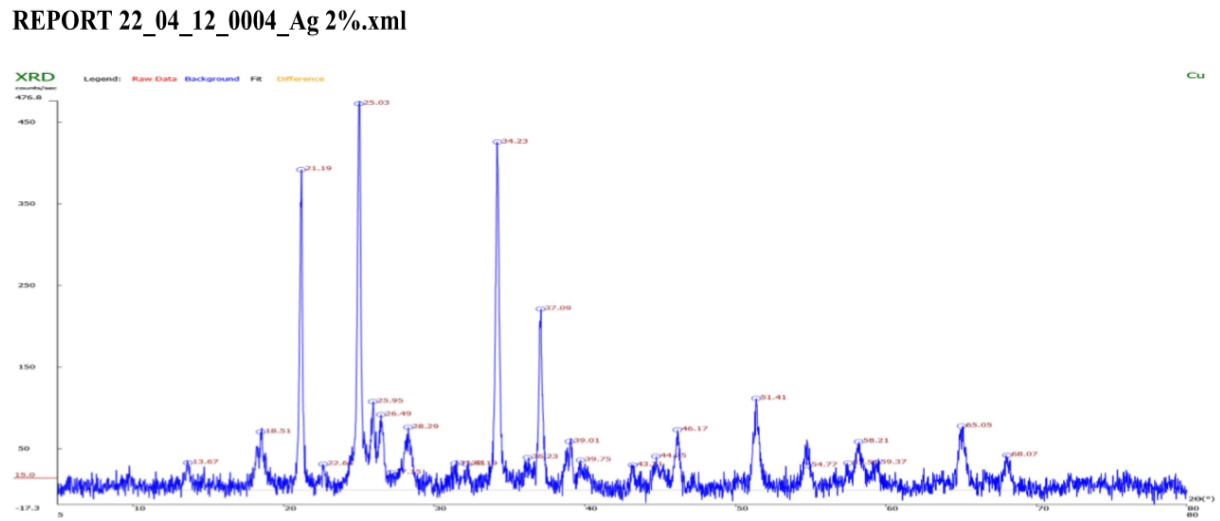
Des rayons X ont été produits à 30 KV et 20mA afin de déterminer les différentes phases du matériau, où les valeurs de diffraction nettes indiquent les angles de diffraction : 68,07°,

46,17°, 65,07°, 58,27°, 13,61°, 51,41° , 37.11°, 21.19° ,25.03° Réflexologie (hkl):(20),(80),(90),(95),(25), (130),(290),(485), (652.3), qui correspondent à la structure hexagonale wurtzite duC_uO cristallin.

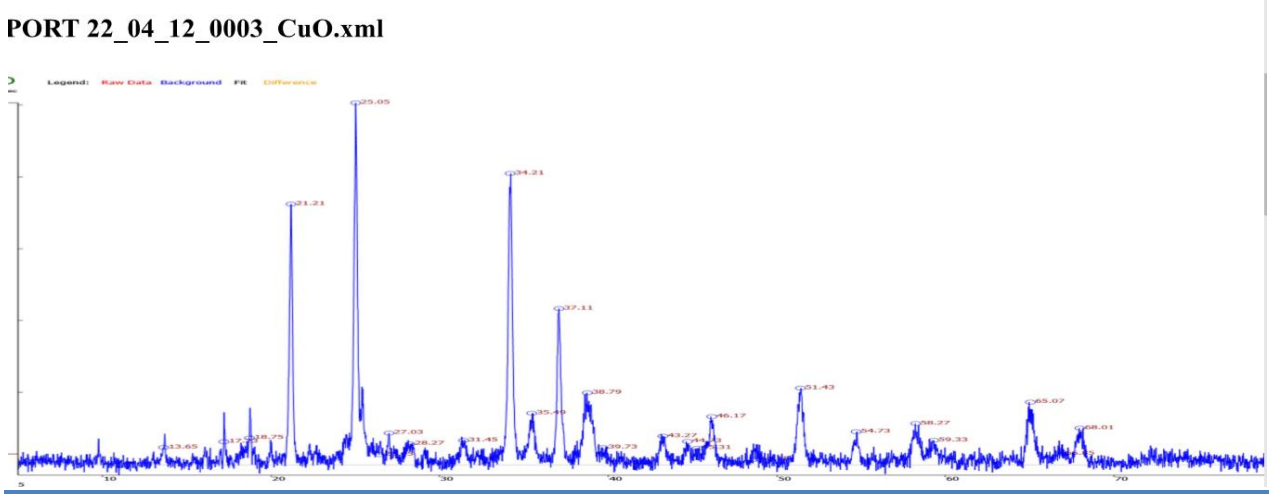
Où l'on note la présence d'échantillons de cuivre dans$C_uO\ et\ A_g - C_uO(1\%, 2\%)$, qui sont proportionnels à la carte du fichier JCPDS



1%$A_g - C_uO$



2%$A_g - C_uO$



C_uO

Figure 31:Tracés de diffraction XRD pour$\boldsymbol{C_uO et A_g - C_uO(1\%, 2\%)}$

III.2.2) Spectroscopie infrarouge :

Les courbes du spectrophotomètre infrarouge (FITR) obtenues à partir de Tartrazine par balayage spectroscopique entre 350-800 nm d'une solution de 15mg représentent les modes de bandes et les vibrations des liaisons chimiques dans l'oxyde de zinc, mais en raison de certains problèmes que nous avons rencontrés dans le laboratoire nous avons utilisé $A_g - C_uO$ et $C_uO$car ils appartiennent à la même famille et ils sont similaires dans certaines propriétés chimiques et cela nous est montré à travers les spectres de FITR.(fig. :38)

Un groupe de liaisons oxydes métalliques présents dans les composés (CuO ,1%$Ag - CuO$,2%$Ag - CuO$) ont été analysés comme suit

- en 1% $A_g - C_uO$

Nous avons observé la présence de liaisons OH-expansion à 3200 cm^{-1}

Nous avons également enregistré les modes de vibration à 1000-1100 cm^{-1} , attribués au mode de vibration d'expansion symétrique et asymétrique de la double liaison c = o et à une augmentation de l'étirement OH entre 1500-2800cm^{-1}, qui est due à la présence d'une faible affinité chimique vers O et à la présence de la liaison faible entre Ag centre 600-800cm^{-1}et c et la vibration à 500 cm^{-1} indique la présence d'$A_g - C_uO$(fig. 34)

- en 2%$A_g - C_uO$

Nous avons observé la présence de liaisons OH-stretching à 3400 cm^{-1} comme

nous avons également enregistré les modes de vibration à 1000-500 cm^{-1}, attribués au mode de vibration d'expansion symétrique et asymétrique de la double liaison c = o et une augmentation de l'étirement OH entre 1800-2700 cm^{-1}, qui est due à la présence d'une faible affinité chimique vers O et à la présence de la liaison faible entre $A_g$et c et la vibration à 500 cm^{-1} indique la présence d'$A_g - C_uO$ (fig. 35)

- en C_uO

Nous avons observé des liaisons OH-stretching à 3400 cm^{-1} comme

nous avons également enregistré le mode de vibration à 1000 cm^{-1}, qui est attribué au mode vibrationnel d'expansion symétrique et asymétrique de la double liaison c = O et une augmentation de l'expansion OH entre 1500-2700 cm^{-1}, qui est due à la humidité chimiquement et physiquement absorbée et agitation à 900 cm^{-1} indiquant la présence de C_uO(fig. 33)

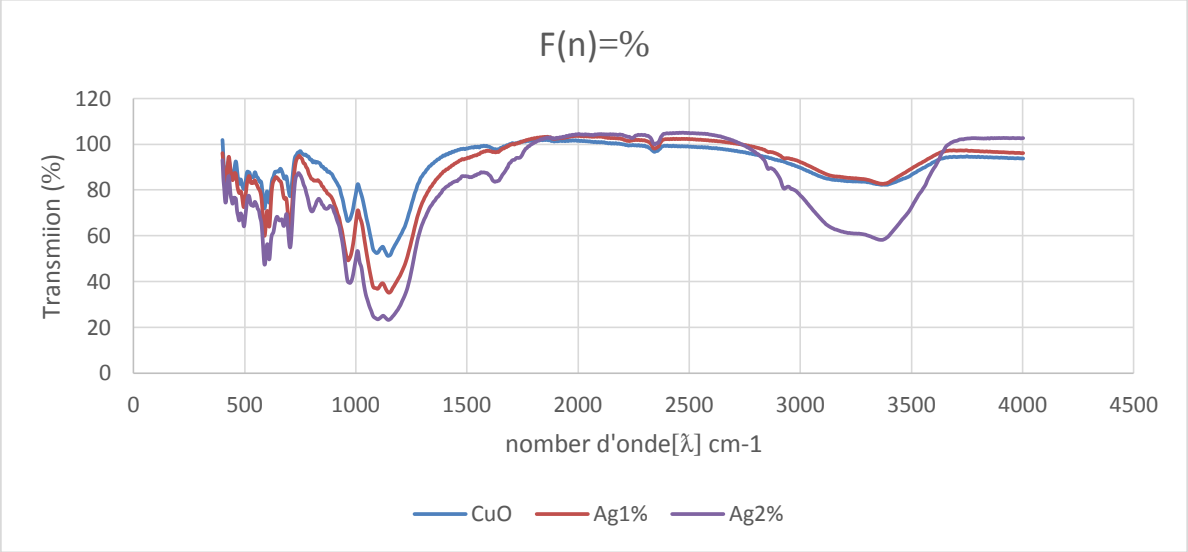


Figure 32: le courbe spectrale FITR

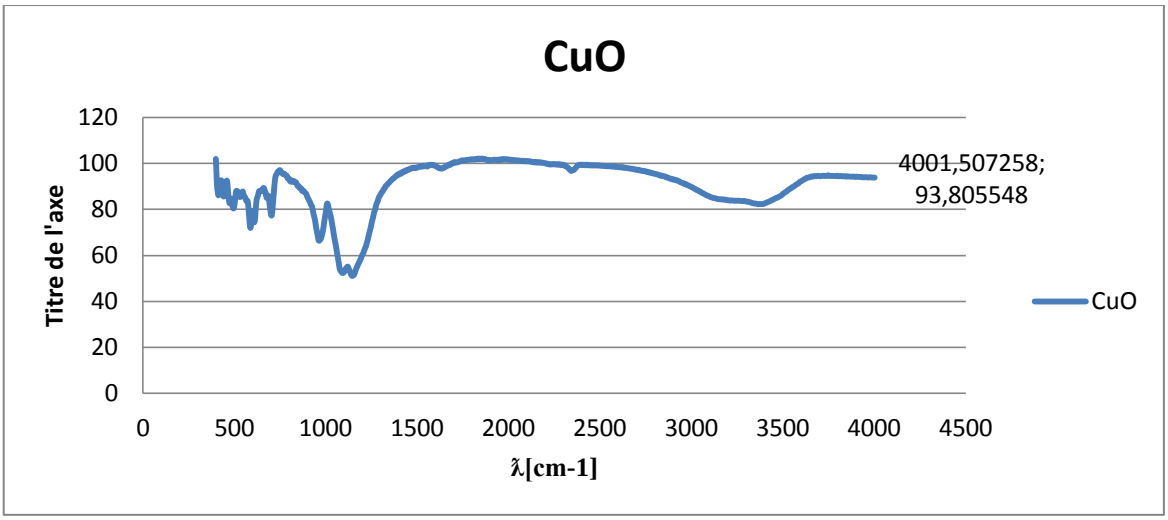


Figure 33:Le courbe CuO

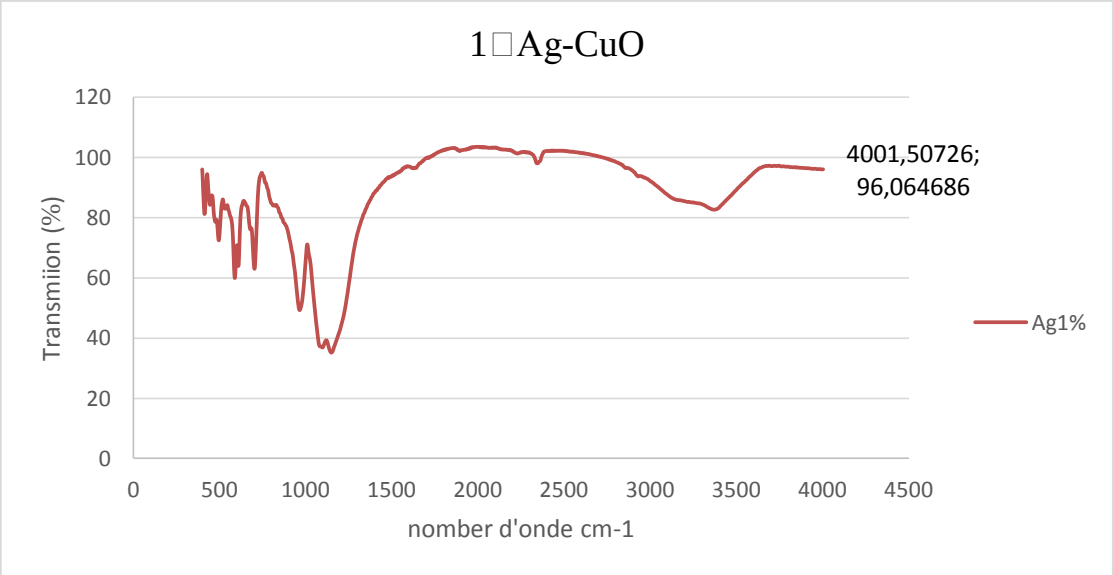


Figure 34: Le courbe et 1%$A_g - C_uO$

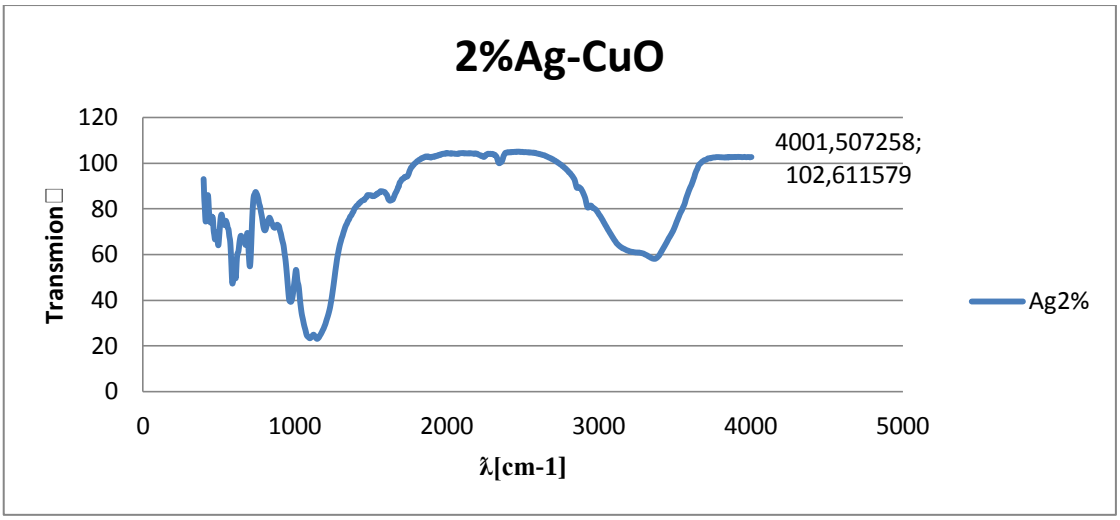


Figure 35:Le courbe et 2%$A_g - C_uO$

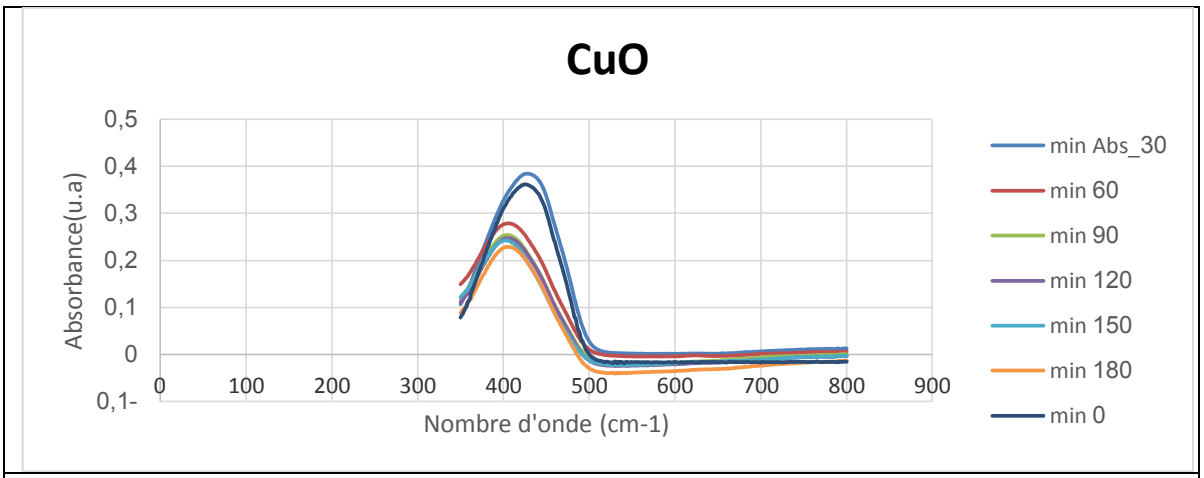
III.3.) Activité photocatalytique de Jaune Tartrazine

III.3.1.). Suivi cinétique de la photodégradation du Jaune tartrazine :

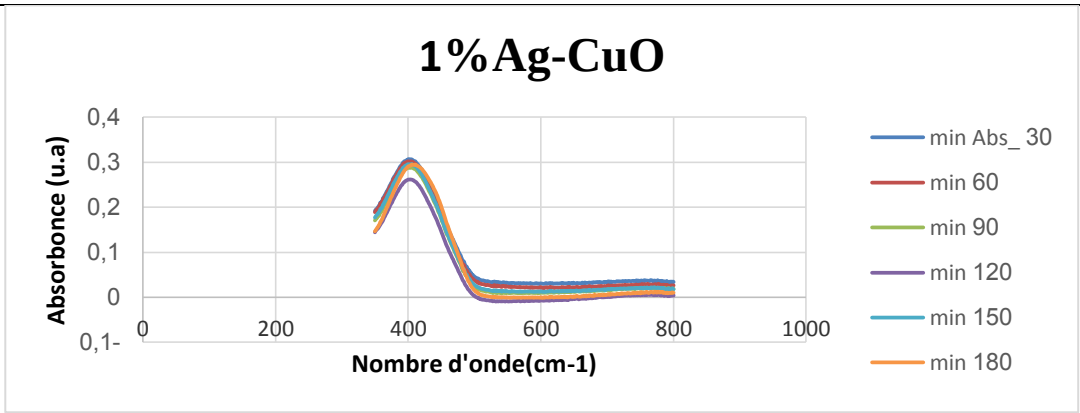
Suivre l'évolution de la photodégradation dans les photocatalyseurs d'oxyde de cuivre et d'oxyde d'argent sous la lumière du soleil avec différentes concentrations de colorant jaune tartrazine .

Tableau 8:Suivi cinétique de la photodégradation du tartrazine

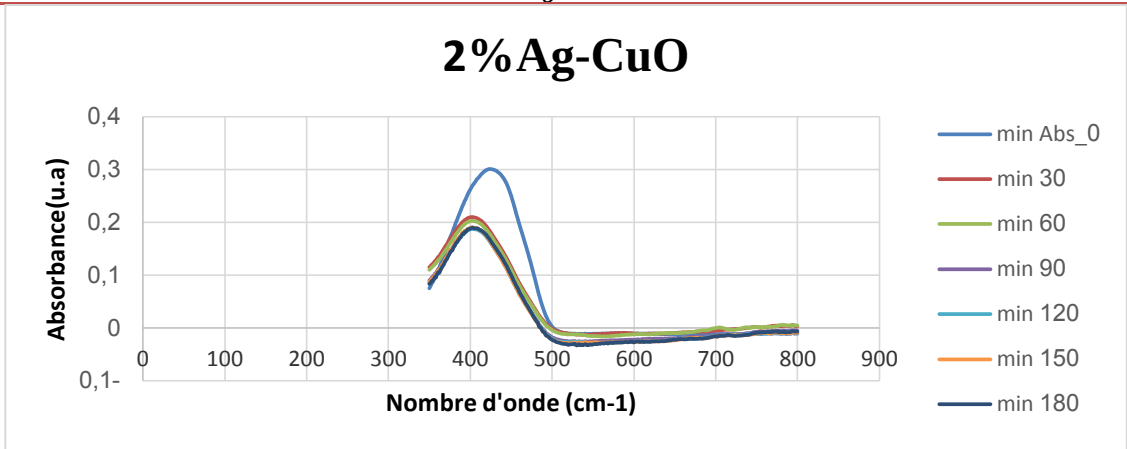
15ppm jaune de tartrazine+250mg/l
c_uO



1%$A_g - C_uO$

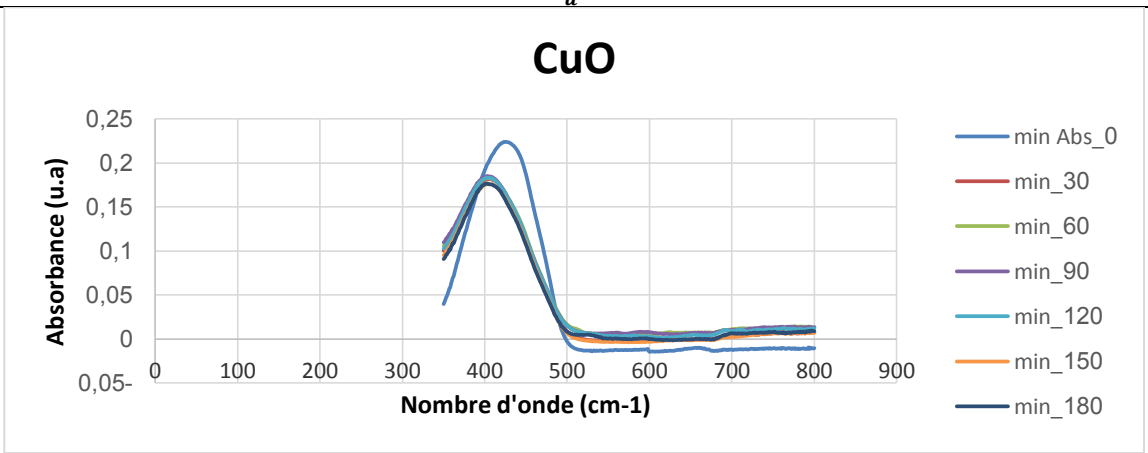


$2\%A_g - C_uO$

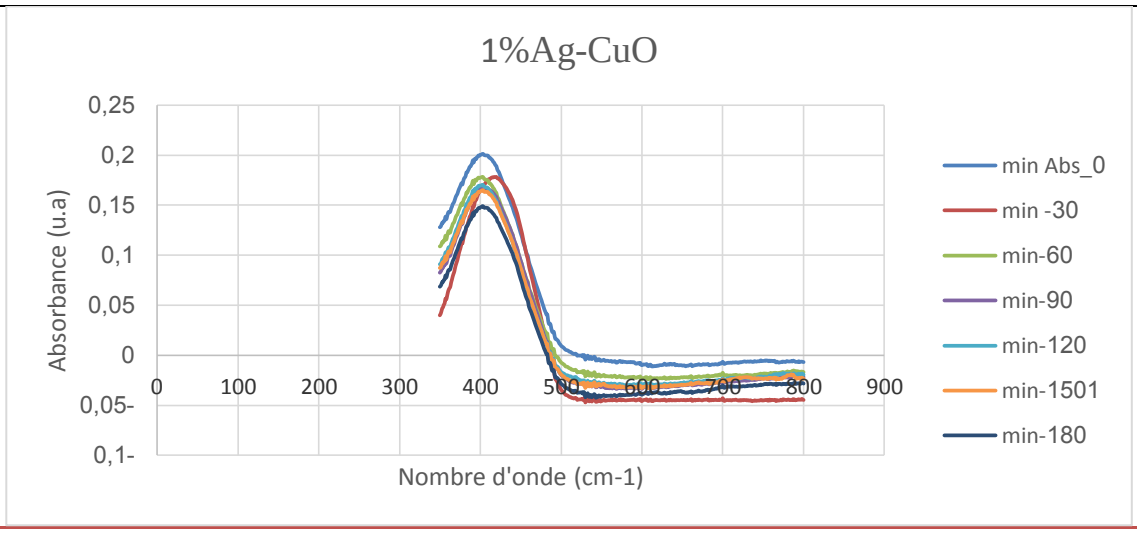


10ppm Jaune de tartrazine+250mg/l

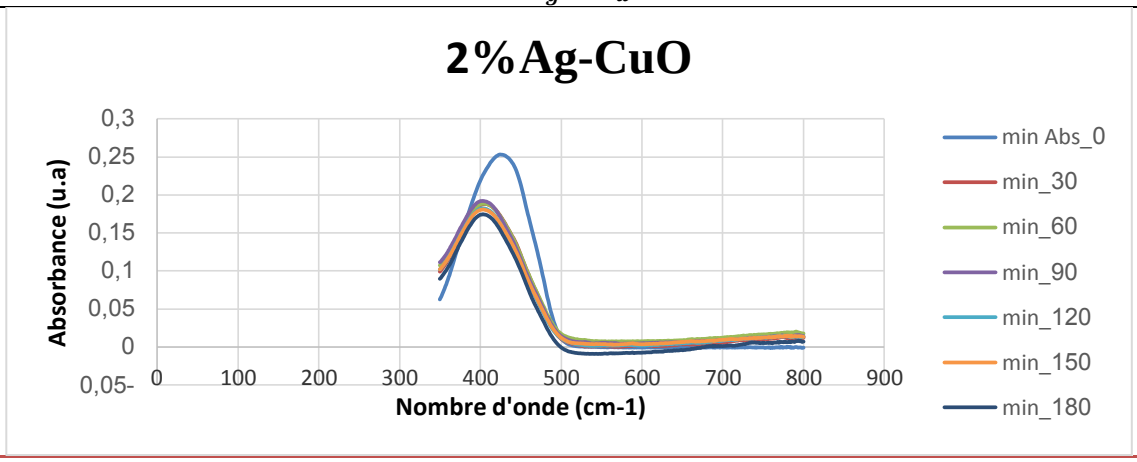
c_uO



$1\%A_g - C_uO$

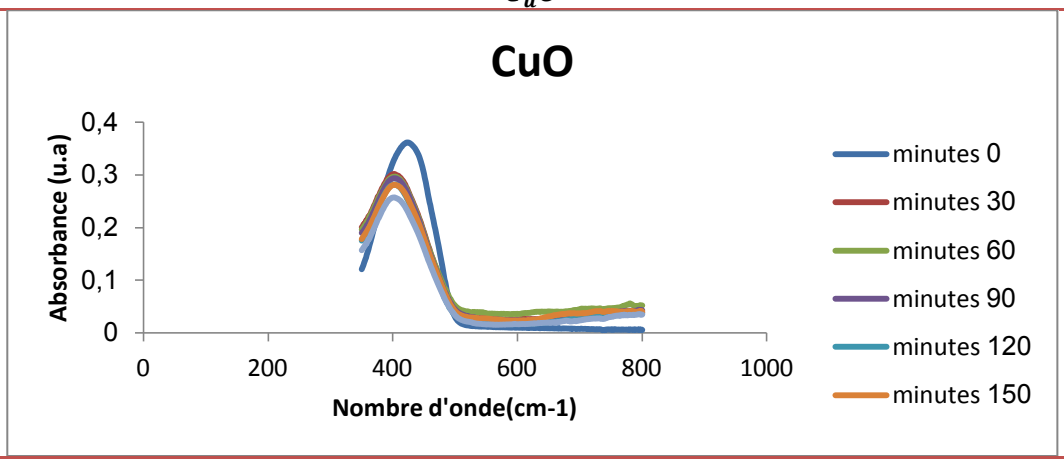


$2\%A_g - C_uO$

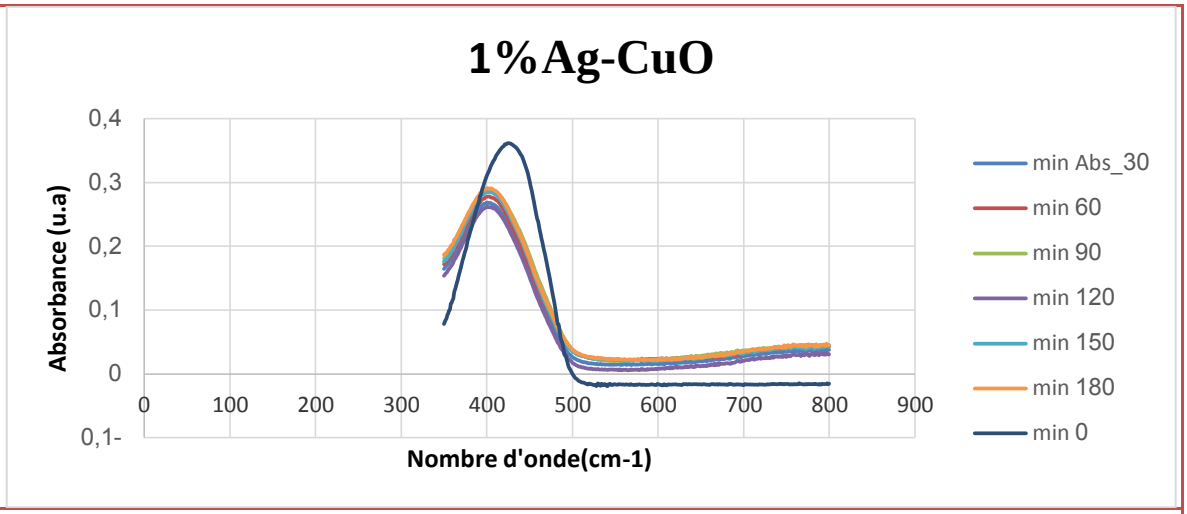


15ppm de tartrazine+500mg de :

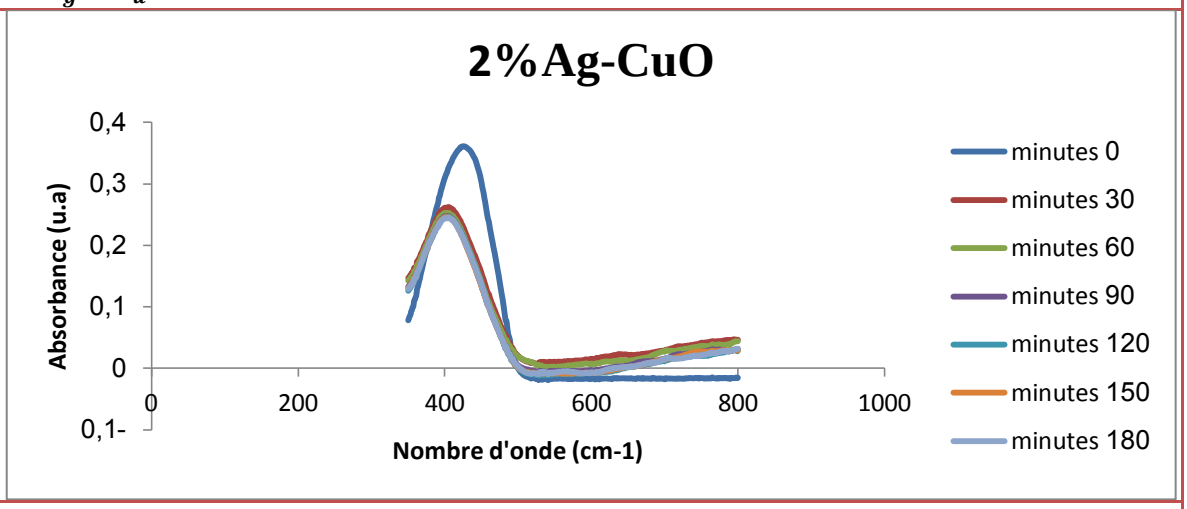
C_uO



$1\%A_g - C_uO$

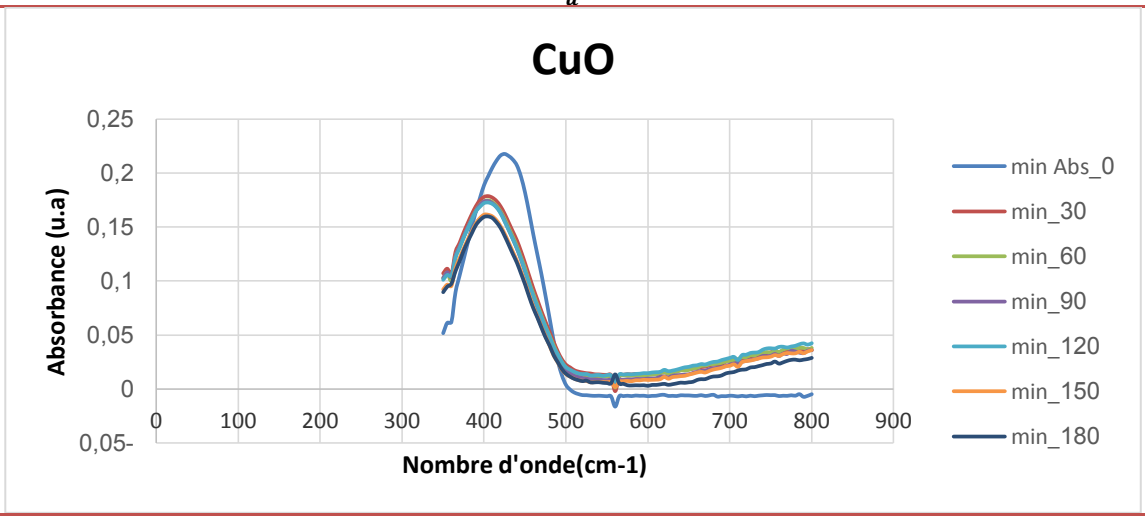


$2\%A_g - C_uO$

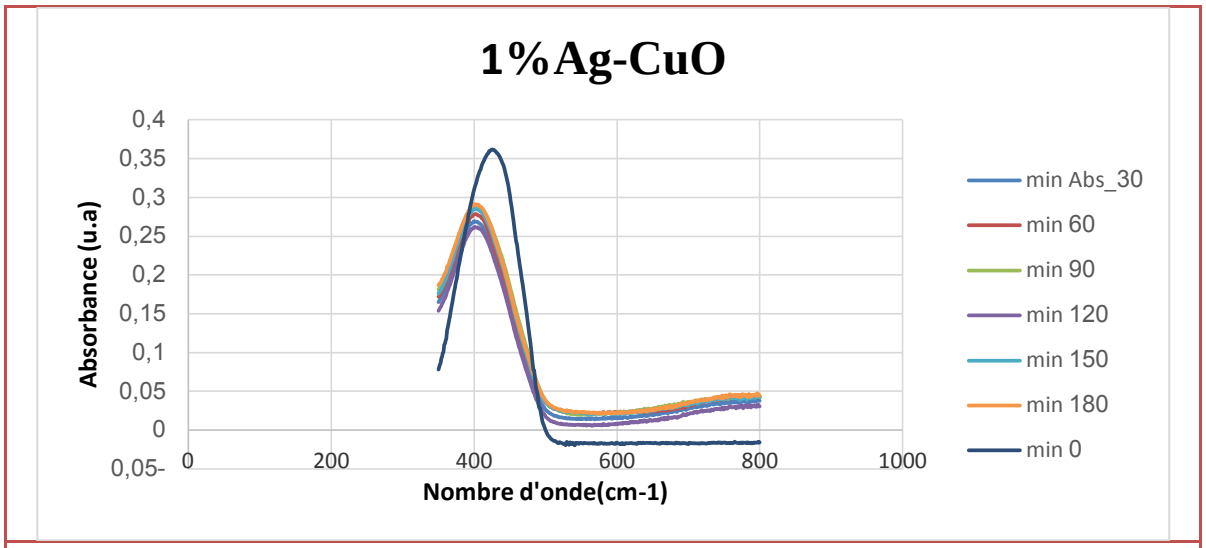


10ppm de tartrazine+500mg de :

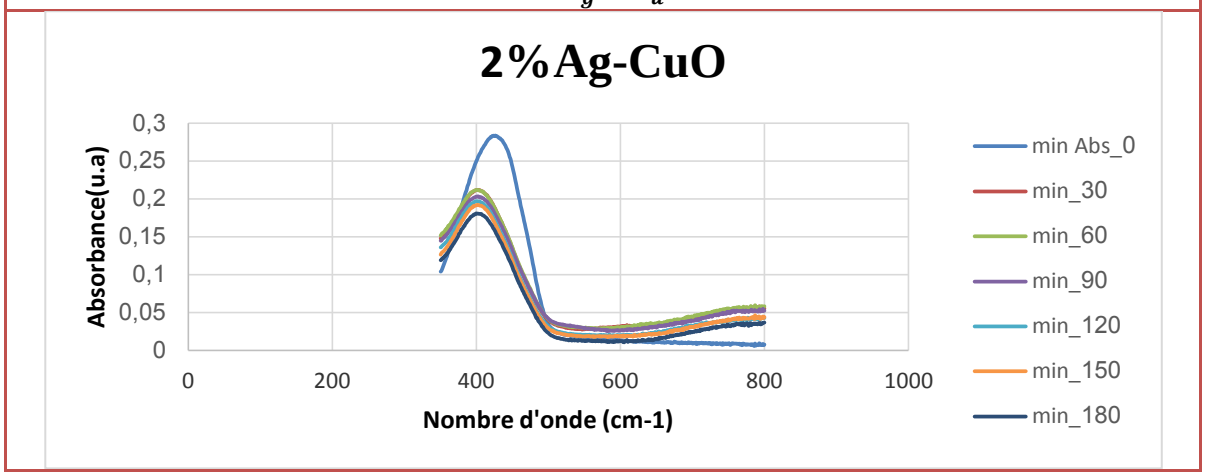
C_uO



$1\%A_g - C_uO$



$2\%A_g - C_uO$



III.3.1.1) Comparaison de la photolyse jaune de Tartrazine

Étudier les différentes évolutions d'échantillons traités avec un spectrophotomètre UV visible contenant des concentrations de 500 mg/L, 250 mg/L et une concentration initiale (10PPM et 15PPM) jaune de tartrazine pendant 180 minutes

. Nous avons observé une diminution progressive de l'intensité de l'absorption due à la décomposition des particules de polluant jaune tartrazine.

En présence de C_uO sous la lumière du soleil, on observe l'approfondissement du colorant, alors que dans $A_g - C_uO$ (1%,2%) la couleur du colorant disparaît progressivement, surtout à 2 $\%A_g - C_uO$.

Par conséquent, nous constatons que la plus grande intensité d'absorption est à $2\%A_g - C_uO$ et cela est dû à l'intensité de son effet avec la lumière.

III.3.2)Photolyse de la solution jaune de tartrazine

Des expériences réalisent l'hydrolyse d'une solution aqueuse jaune de tartrazine avec une concentration massique de 10 ppm et 15 ppm, par photolyse directe à 350-800 nm, dans des conditions opératoires dans les 180 minutes(11 :00_14 :00) de traitement,. Comme indiqué dans les tableau 09.

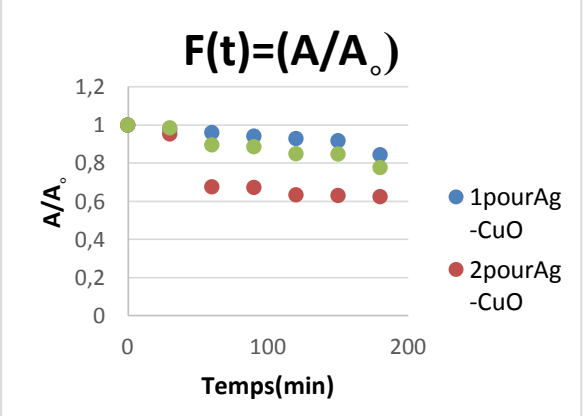
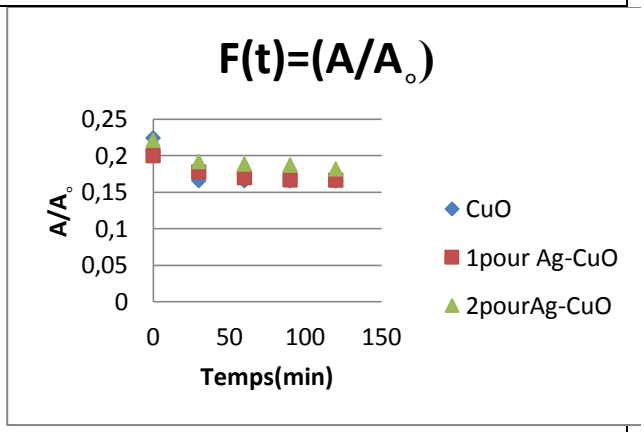
- la photolyse de l'eau contribuant à la décomposition de molécules organiques dans une solution aqueuse, Selon les courbes(A/ A_0) suivantes.

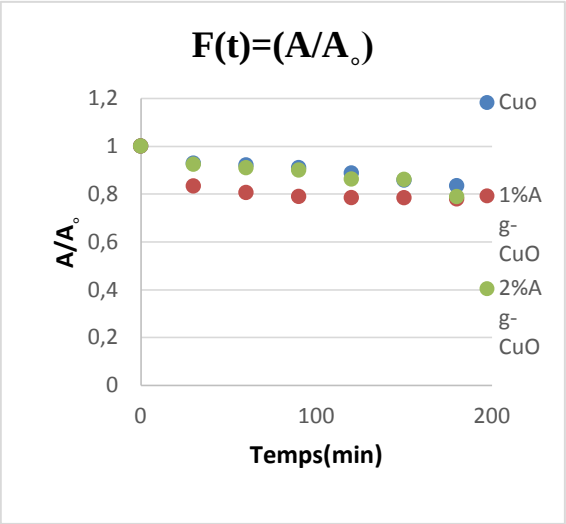
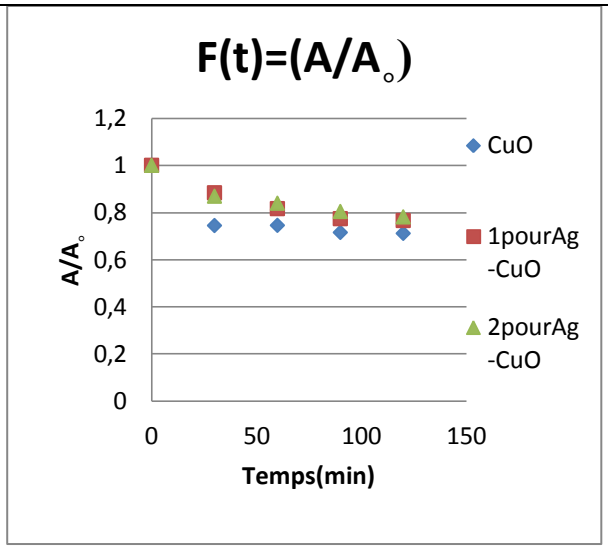
III.3.2.1) Comparaison Photolyse de la solution de tartrazine

Étudier l'effet de différentes nanoparticules de (C_uO, $1\%A_g - C_uO, 2\%A_g - C_uO$, sur la décomposition de la tartrazine pour chacune de 500 mg/L et 250 mg/L

L'ordre cinétique de dégradation d'A/ A_0 a été suivi, où l'on remarque une diminution avec le temps pour toutes les proportions consécutives, et pour vous à 250 mg/L en particulier, $2\%A_g - C_uO$, a montré une diminution rapide dans les deux courbes (10 PPM/L et 15 PPM) en raison du fait que le taux d'absorption le plus élevé était A_t $2\%A_g - C_uO$ résultant en une profondeur de couleur. À 100 mg, la plus petite valeur à 15 PPM est à $1\%A_g - C_uO$, tandis qu'à 10 PPM, elle est àC_uO. Cette différence est due à une augmentation de la quantité de colorant et de solution ajoutée. Par conséquent, nous concluons que plus la quantité est grande, plus l'intensité de l'absorption de la tartrazine est élevée avec le pourcentage de dopage.

Tableau 9:les courbes Ln (A/$\boldsymbol{A_0}$)

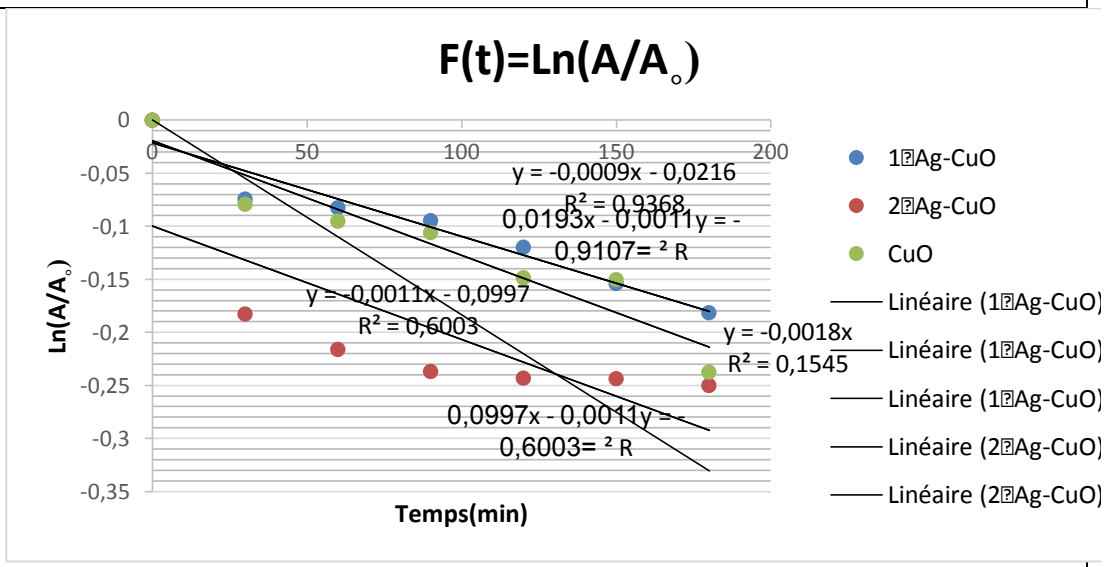
250mg/l-15ppm	250mg/l-10ppm
	

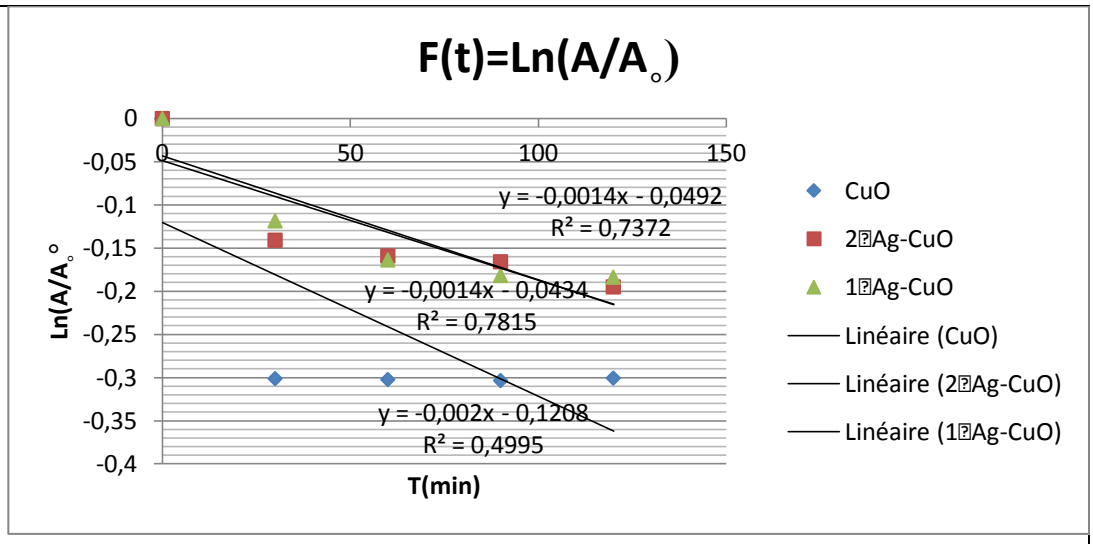
500mg/l-15ppm	500mg/l-10ppm
	

III.3.3)L'ordre cinétique de la dégradation

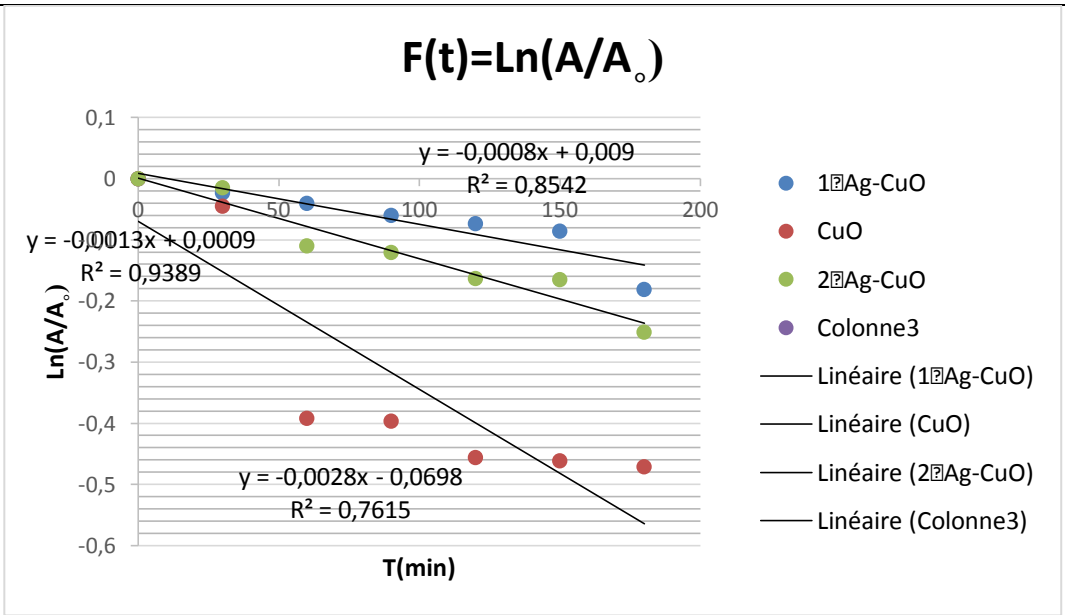
Étudier l'évolution de la concentration de la solution jaune de tartrazine en fonction du temps de Ln(A/A_0) à la fois à 10 PPM et à 15PPM afin de connaître la relation entre l'intensité de l'absorption et la concentration.**Selon tableau suivant :**

Tableau 10:cinétique de la dégradation

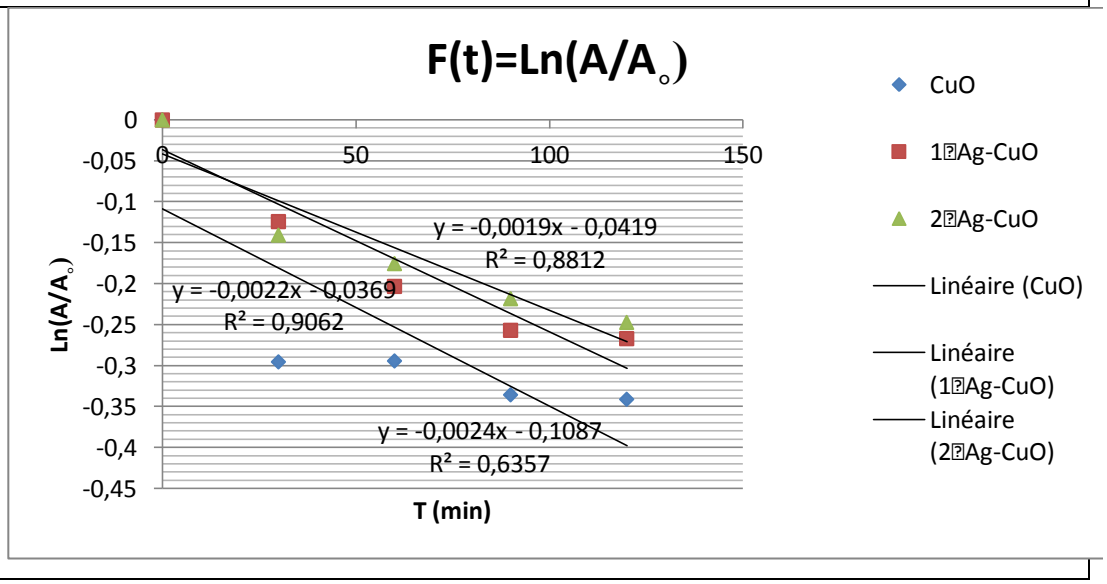
15ppm+250mg/l

10ppm+250mg/l



15ppm+500mg/l



10ppm+500mg/l



III.3.3.1) Comparaison L'ordre cinétique de la dégradation

Pour étudier une diminution de la concentration de Ln (A/A_0) en fonction exponentielle dans une solution jaune de tartrazine 10PPM ,15 mg/L à 500 mg/L et 250 mg/L, on obtient une droite qui change avec différentes conditions

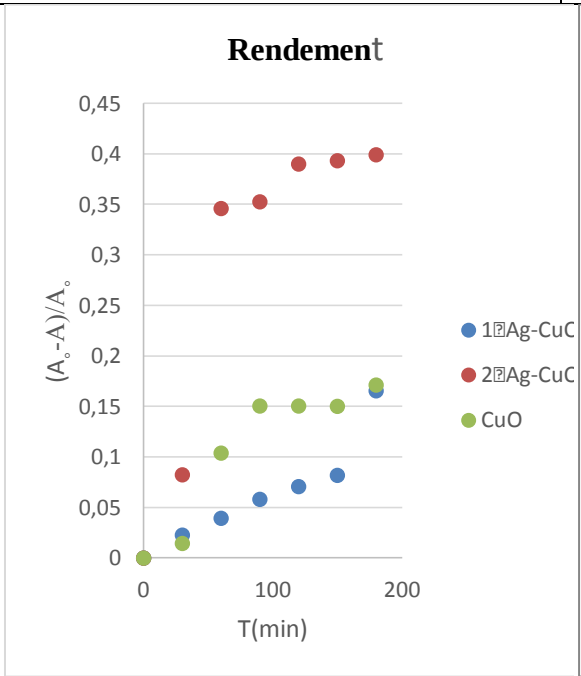
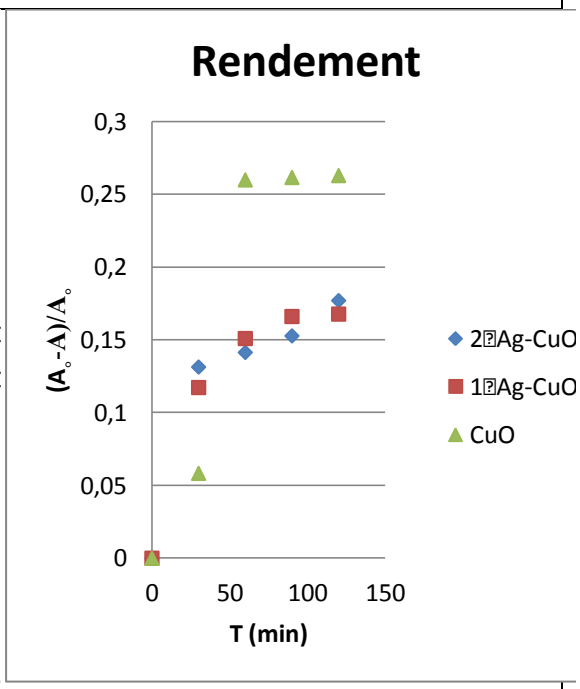
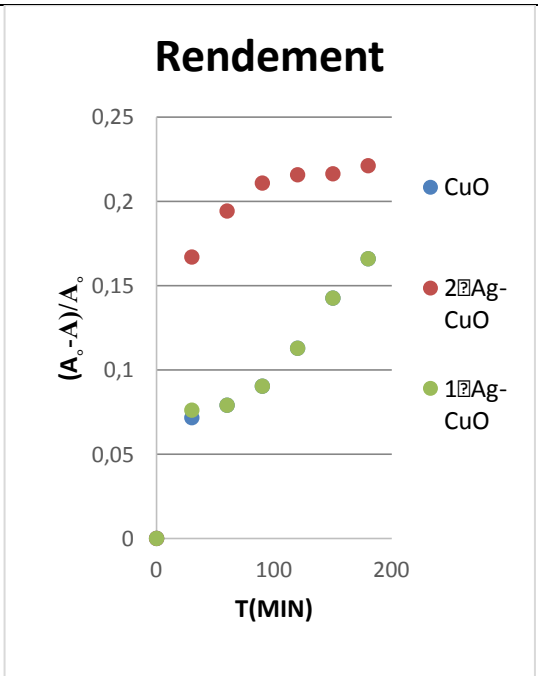
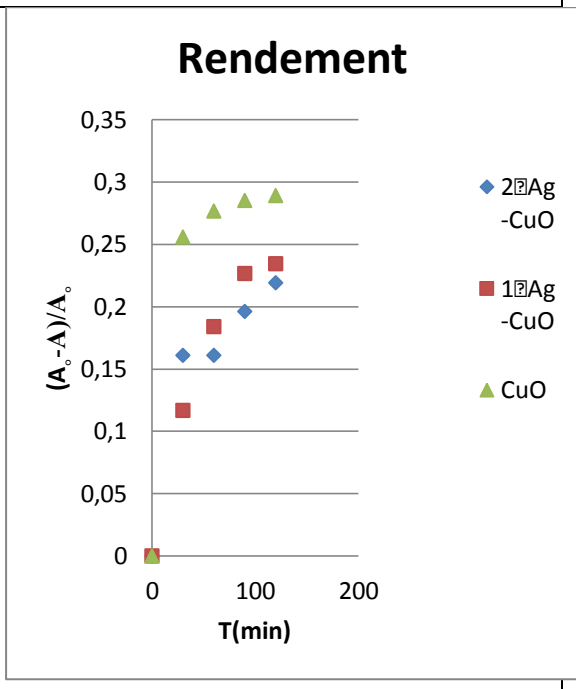
- **Pour500mg/l :**
- A 2%$A_g - C_uO$, 15PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,854 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = 0,009.Alors que chez 10PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,635 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.002x-0.108
- A 1%$A_g - C_uO$, 15PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,854 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.001. Alors que chez 10PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,881 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.001x-0.041
- A C_uO15PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0.761 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.002x+0.069. Alors que chez 10PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,635avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.002x-0.108
- **Pour 250mg/l :**
- A 2%$A_g - C_uO$15PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,154 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.001x. Alors que chez 10PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,737 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.01x-0.049
- A 1%$A_g - C_uO$ 15PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,936 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.021. Alors que chez 10PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,781 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.001x-0.043
- A C_uO15PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0.761 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.002x+0.069. Alors que chez 10PPM on remarque le coefficient de corrélation de la solution de 0,499 avec une constante de vitesse égale à la pente de la droite Kapp = -0.002x-0.120
- Par conséquent, nous constatons que la photolyse de la tartrazine suit une fausse cinétique de la deuxième étape.

III.3.4) cinétique rendement de la dégradation :

L'efficacité du traitement par photolyse des polluants organiques en présence jaune de Tartrazine est mesurée en mesurant la concentration de ce polluant A(t) au cours

du temps. Puis A(t) / A_0 est tracé sur les courbes. Bas pour calculer le produit de décomposition R (%) à des fins de comparaison.Selon le tableau suivant

Tableau 11:: Evolution de la vitesse de dégradation en fonction de la quantité jaune de Tartrazine

15ppmjaune de tartrazine +500mg de :	10ppm jaune de tartrazine+500mg de :
	
15ppm jaune de tartrazine+500mg/l de :	10ppm jaune de tartrazine+500mg/l de :
	

III.3.4.1) Comparaison L'ordre cinétique rendement de la dégradation

Afin de connaître l'effet du processus de dégradation du polluant jaune de tartrazine sur l'activité catalytique de Nanoparticules $C_uO$et $A_g - C_uO$, (1%, 2%,), nous avons effectué une comparaison afin de calculer le produit de décomposition et ceci après 180 min d'irradiation solaire,versus 10PPM et 15PPM de solution jaune de Tartrazine.Où l'on remarque dans les deux courbes de 250 mg/l que l'efficacité la plus élevée dans la cinétique de dégradation se situe à 2%$A_g - C_uO$, puis 1%$A_g - C_uO$, et enfin C_uO, alors que dans les conditions expérimentales à 500 mg/l on remarque une différence dans l'ordre de dopage pour que ce soit à partir de C_uO puis 1%$A_g - C_uO$, , et enfin 2%$A_g - C_uO$,

- Par conséquent, nous constatons que les nanoparticules à 2%$A_g - C_uO$, sont le Photocatalyseur le plus efficace à 250 mg/l de conditions expérimentales et C_uO est le Photocatalyseur le plus efficace à 500 mg/l

III.4) Propriétés physico-chimiques

- Le pH de la tartrazine est acide (Chavéron, 1999),
- Bien soluble dans l'eau et soluble dans l'éthanol (Agité et De Saint Blanquat, 2002)
- Il absorbe l'humidité de l'air
- Incompatible avec les agents oxydants, les agents réducteurs et les acides forts.
- Il vire au rouge en milieu alcalin (Agité et De Saint Blanquat, 2002).
- Tous les pigments, en particulier les pigments monochromatiques, changent de milieu
- Alcalis et acides en présence de métaux tels que; Zinc, étain, fer et cuivre à haute température en raison de la réduction de l'effet de l'hydrogène libéré (Scooter et Castle, 2003).
- Inodore et insipide

III.5) Effets du temps jaune de tartrazine

Pour connaître l'effet de la concentration en polluant sur l'activité photocatalytique de nanoparticule 1%$A_g - C_uO$, à 15ppm jaune de tartrazine dans 500 mg/L, nous avons mesuré l'absorption de la solution pendant 200 min, consignée dans le tableau 13

Tableau 12:effet le temps jaune de tartrazine

Temps(min)	Absorption	Ln(A/A_0)	Rendement%	Equation
0	0,3227885	0	0	Y= -0.019x-0.085
10	0,26130477	-0,21130989	0,19047683	

20	0,25284877	-0,24420572	0,21667353	$R^2 = 0.262$
30	0,26075602	-0,21341214	0,19217686	
180	0,26802123	-0,21003082	0,16966922	
190	0,26163921	-0,21003082	0,18944073	
200	0,26580574	-0,19423157	0,17653281	

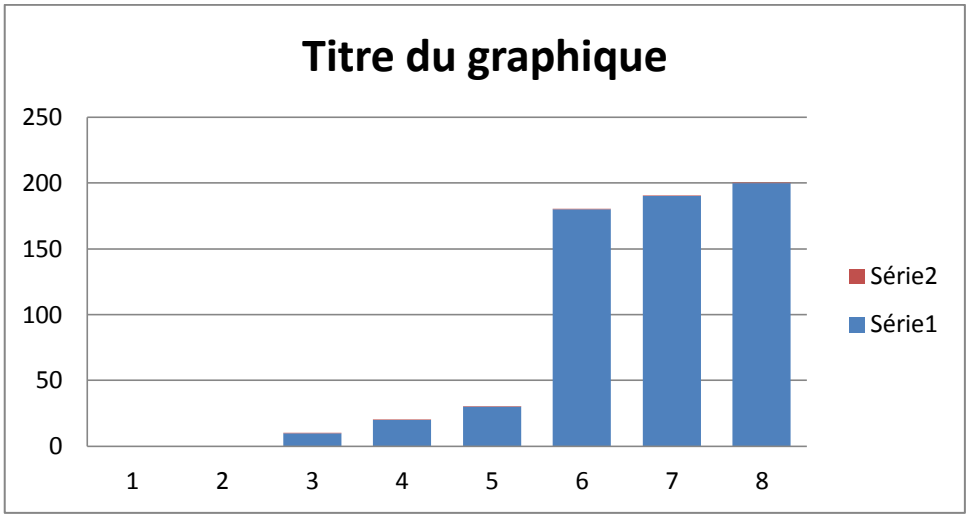


Figure 36:Effet de la Temps jaune de Tartrazine

III.6. Effet du catalyseur CuO et Ag-CuO sur la photolyse jaune de tartrazine :

Pour étudier la relation entre la concentration en Photocatalyseur et pour évaluer la constante de dissolution des solutions, nous avons procédé comme suit :

- Concentration initiale jaune de tartrazine : 15 PPM et 10 PPM.
- Dose de stimulateur : 250 mg/L et 500 mg/L
- Agitation magnétique : modérée,
- Durée du traitement : 3 heures De 11h00 à 14h00
- La présence du catalyseur semi-conducteur (photolyse et photocatalyse) ;
- PH (2, 4, 6, 7, 8, 10, 12)
- T = 37℃ °

III.7) Effet de pourcentage du Ag-CuO

La photolyse jaune de tartrazine à$A_g - C_uO$, (1%, 2%) à différentes concentrations a été étudiée en présence de 10 ppm de tartrazine 500 mg/L et 250 mg/L.

Nous avons observé une nette augmentation de la concentration de 2%$A_g - C_uO$, et cette augmentation est liée à la décomposition des particules d'$A_g - C_uO$,, ce qui entraîne une augmentation de la photolyse et de la décomposition du jaune de tartrazine.

L'ordre d'augmentation de l'activité photocatalytique des nano-composites pour l'hydrolyse des colorants est

2%$A_g - C_uO$,> 1%$A_g - C_uO$, de concentration $A_g - C_uO$

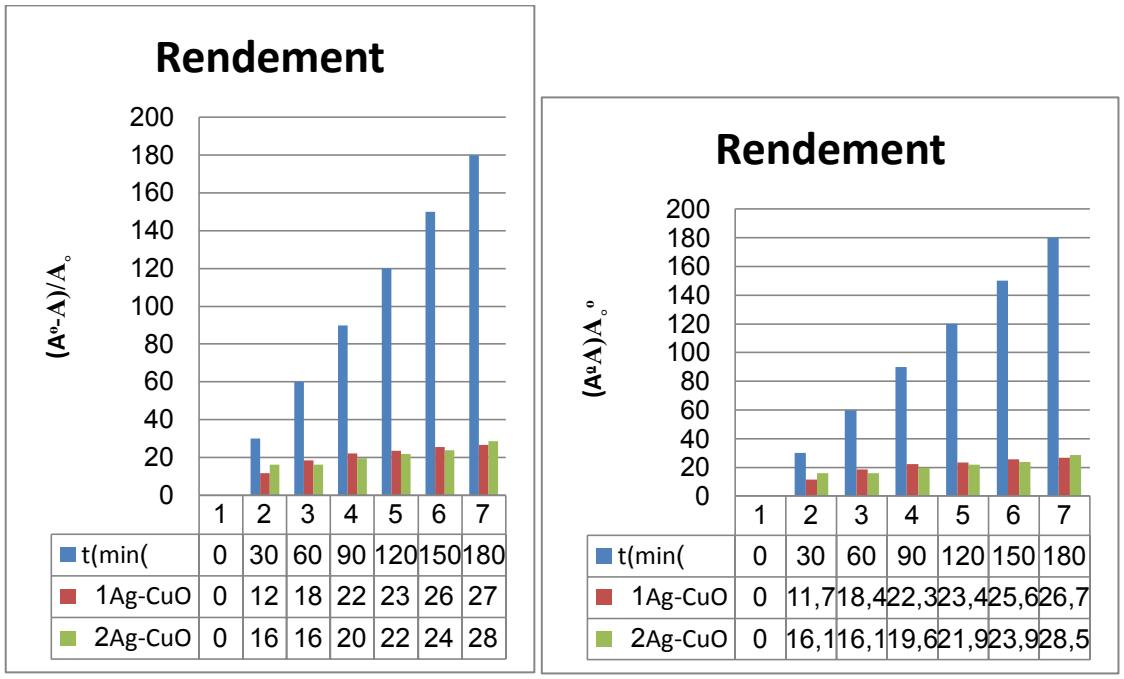


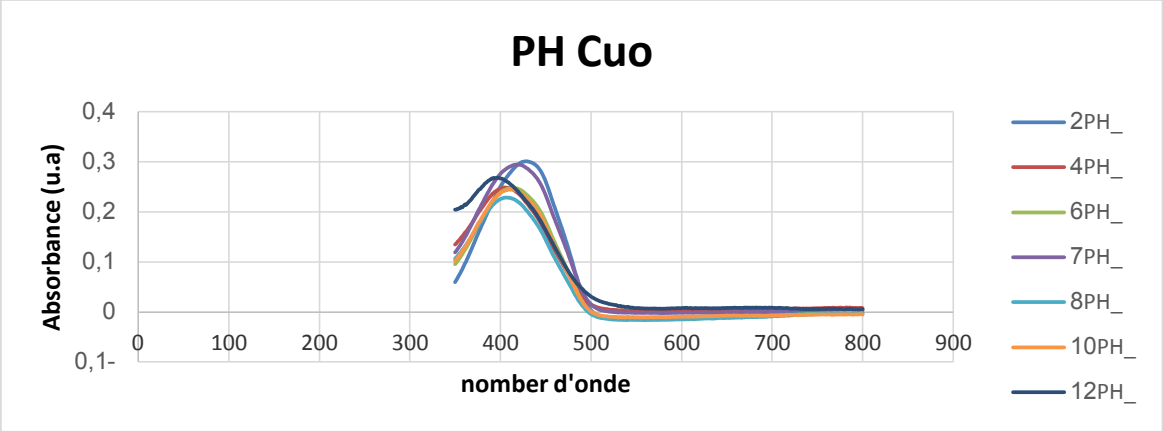
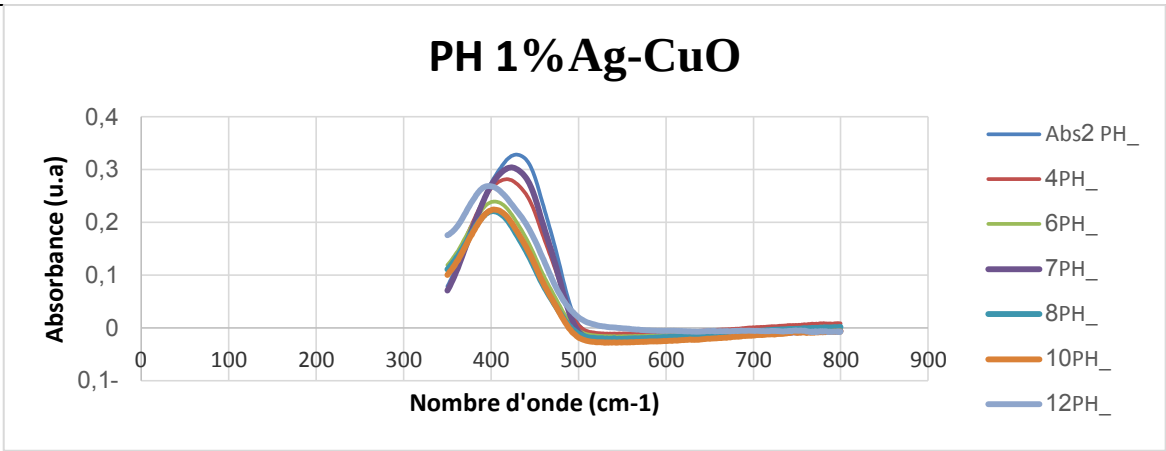
Figure 37:Effet de la Temps jaune de Tartrazine

III.8. Effet de pH

Vue l'importance de ce paramètre dans la photodégradation catalytique du jaune de Tartrazine qui peut influencer sur la charge de la surface du Photocatalyseur et sur la structure de la molécule du polluant (forme anionique et forme moléculaire), nous avons étudié leur impact en utilisant le Photocatalyseur à une concentration de 1g/L, Le pH a

été ajusté par addition de NaOH(1 mol L^{-1}) pour le milieu basique et HC_l (1 mol L^{-1}) pour le milieu acide.

Tableau 13:effet de pH sur la dégradation du jaune de Tartrazine

C_uO

$1\%A_g - C_uO$

$2\%A_g - C_uO$

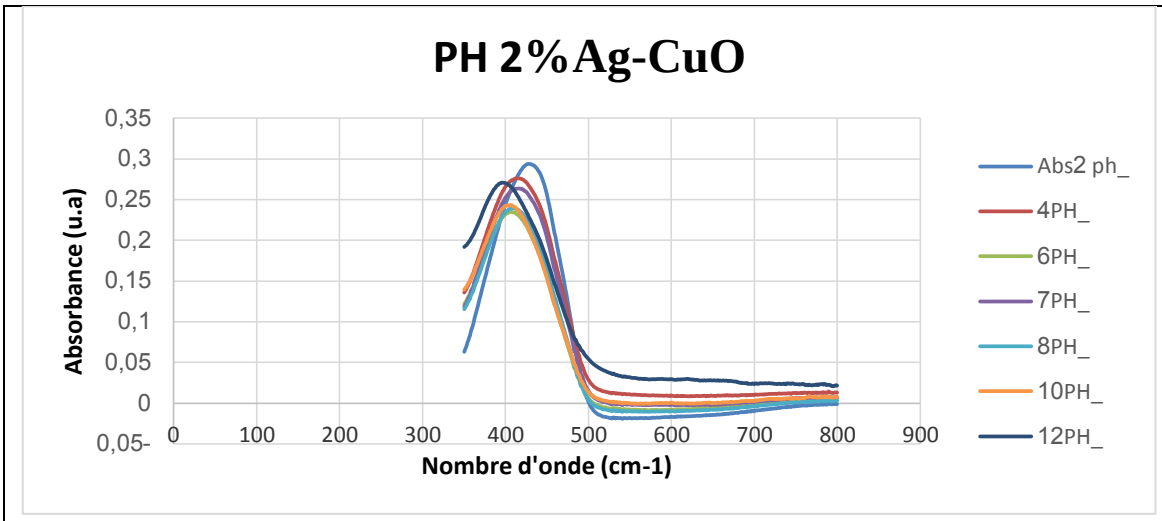


Tableau 14:PH de la solution

pH	Absorption			Le rendement(%)			Kapp (min^{-1})		
	C_uO	1 $\%A_g - C_uO$,	2 $\%A_g - C_uO$,	C_uO	$1\%A_g - C_uO$,	2 $\%A_g - C_uO$,	C_uO	1 $\%A_g - C_uO$,	2 $\%A_g - C_uO$,
0	0.33143502	0,33143502	0,33143502	0	0	0	0	0	0
2	0.25382793	0,27705669	0,2482053	0,23415477	0,16406936	0,25111927	-0,26677518	-0,17920963	-0,28917555
4	0.2471228585	0,2664131	0,26751751	0,25438519	0,19618301	0,1928508	-0,29354616	-0,21838366	-0,21424675
6	0.24012806	0,23932971	0,23238884	0,27548978	0,27789855	0,29884042	-0,32225941	-0,32558963	-0,35501977
7	0.27811816	0,27310	0,25406	0,16086	0,17600	0,23343	-0,17538	-0,19358	-0,26584

		169	536	671	231	84	571	756	022
8	0.22617601	0,22142877	0,23598458	0,31758566	0,33190895	0,28799141	-1,48644178	-1,50765432	-1,44398882
10	0.23751538	0,22349764	0,24249287	0,28337271	0,32566679	0,26835471	-0,33319939	-0,39403092	-0,31245946
12	0.26658186	0,26802996	0,26972762	0,19567383	0,19130465	0,1861825	-0,21775041	-0,21233301	-0,20601914

- La dégradation du colorant est plus efficace à pH =8 et PH=2.

III.7. Dose et pH optimaux

Le couple dose PH joue un rôle important dans la photocatalyse et dans la majorité des processus de dépollution. Beaucoup d'études .ont montré que c'est un facteur important pour l'élimination des colorants cationique et anionique.

nous présenterons l'effet de la dose à différents pH pour un temps de contact de 1 h.

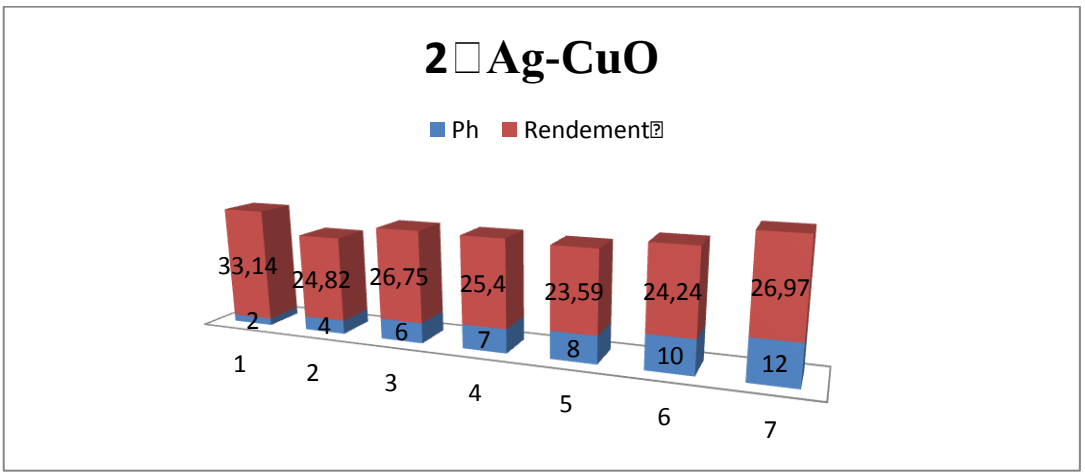


Figure 38:Effet dose au pH imposé au 2□Ag-CuO

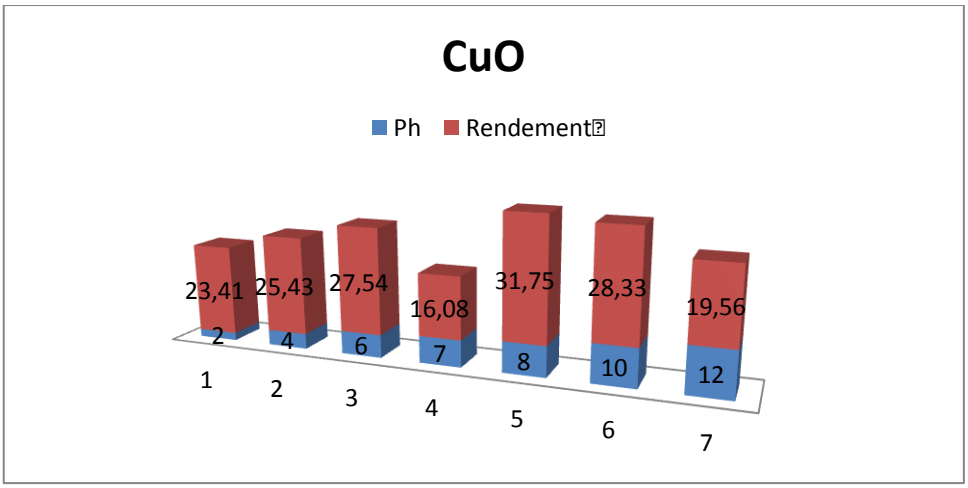


Figure 39:Effet dose au pH imposé au CuO

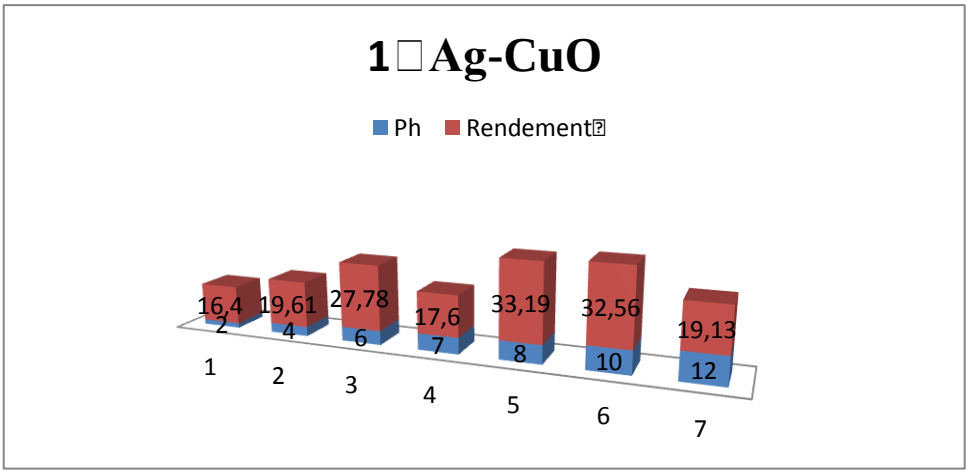


Figure 40:Effet dose au pH imposé au 1□Ag-CuO

Nous notons que la plus petite diminution du pH est à PH_{CuO} = 7, $PH_{1\%Ag-CuO}$= 2, $PH_{2\%Ag-CuO}$ = 8

Cela indique que le pH affecte les molécules de colorant jaune de tartrazine

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de ce travail est de connaître la biosynthèse de nanoparticules Z_nO pures aux propriétés structurales et optiques jusqu'à l'échelle nanométrique, qui utilise de nouvelles propriétés physiques et chimiques ouvrant des horizons inoffensifs pour l'environnement et faciles à obtenir.

Divers échantillons de C_uO et$A_g - C_uO$, purs ont été préparés pour étudier la synthèse de nanoparticules extraites de la feuille deL. leucocephala et appliquées à l'hydrolyse du colorant jaune de tartrazine.

Ces expériences ont été réalisées dans différentes conditions en modifiant la concentration (entre 250 mg/L et 500 mg/L) et une concentration initiale de polluant tartrazine (entre 10PPM et 15PPM) pour obtenir des particules moins toxiques.

Les résultats de DRX et IR ont montré que des nanoparticules ont été synthétisées avec succès, ce qui confirme l'existence d'une liaison entre C_u et A_g avec O dans cette étude, à appliquer dans le domaine du traitement des eaux polluées et loin des dangers des produits chimiques. Où nous avons trouvé au final que les résultats d'$A_g - C_uO$, est la meilleure option pour préserver l'environnement

Référence :

1- ***Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France PDF (Samuel BAUMONT, stagiaire).***
2- **https://tel.archives-ouvertes.fr/ Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires sous climat sahélien : cas des eaux usées de brasserie au Burkina Faso (Submitted on 18 Mar 2019).**
3- ***Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles 30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex***
4- **https://tel.archives-ouvertes.fr*Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles14/02/2007***
5- ***Dégradation photocatalytique du colorant textile ecarlate solophényle BNLE-Utilisation du TiO2 supporte sur papiecellulosique page 3***
6- ***Y.Libes Les eaux usés et leur épuration***
7- ***Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles***
8- ***www medatice-grenoble .fr/chapitre 2 : catalyseur***
9- ***https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-catalyseur***
10- **-Zeghioud H., Khellaf N., Djelal H., Amrane A., Bouhelassa M., 2016. PhotocatalyticReactors Dedicated to the Dégradation of Hazardous Organic Pollutants : Kinetics,Mechanistic Aspects, and Design- A Review. Chemical Engineering Communications, 203, 1415–1431.**
11- **-S.E. Chitour, Chimie des surface, introduction à la catalyse ; 2ème édition avec complément (1981).**
12- **A. Mills, S.L. Hunte, An overview of semi-conducteur photocatalysis., Journal of Photochemistry and Photobiology A : Chemistry 108 (1997) 1-35.**
13- **Herrmann J-M : Environmental photocatalysis : perspectives for China. Science China Chemistry 2010, 53(9) :1831- 1843.**
14- **Scacchi G, Bouchy M, Foucaut J-F, Zahraa O : Cinétique et catalyse ; 1996**
15- **Bahnemann D : Photocatalytic water treatment : Solar Ennery applications. Solar energy 2004, 77(5) :445-459**
Guillard C, Bui T-H, Felix C, Moules V, Lina B, Lejeune P: Microbiological disinfection of water and air by photocatalysis. CR Chimie 2008, 11:107-113
16- **Guillard C, Kartheuser B, Lacombe S : La photocatalyse: dépollution de l'eau ou de l'air et matériaux autonettoyants. In: techniques de l'ingénieur. 2012.**
17- **N. Guettaı¨, H. Ait Amar (2005), L. Vulliet et al (2003), H. Sleiman et al (2007), H.Lin et al (2009).**
18- **S. Bouzaida et al (2004), N. Guetai, Part II (2005), F. Zhan et al. 1998, W. Liu et al (1999), A. Thyagarajan, G. Madras (2007)**
19- **K.M. Schindler, M. Kunst, Charge - carrier dynamics intitania powders, The Journal of Physical Chemistry 94 (1990) 8222-8226.**
20- Nicole I., Contribution à l'étude de la dégradation de quelques composés organatialogénés en milieu aqueux par photolyse du peroxyde d'hydrogène. Etude Cinétiqueet modélisation., université de Poitiers, Thèse de doctorat, (1990).

21- A J Dekker Solid State Physics.
22- **Kerour Ahlem .Synthèse écologique des nanoparticules des oxydes de cuivre et application photocatalytiqueUniv. Frère Mentouri- Constantine-Soutenue le: 19/12/2018**
23- **S.Sabbaghi et al,"Effectof temperature and time on morphologie of CuO nanoparticle during synthesis".In.J.Nano Dimens.3(1):69-73 summer2012 ISSN:2008-8868.**
24- E.Barrera-Calva,J.Méndez-Vivar,M.Ortega-López,L.Huerta-Arcos,J.Morales-Corona,R. Olayo-González, Silica-copper oxide composite thin films as solar selective coatings prepared by dipping Sol-Gel, ResearchLettersinMaterialsScience (2008) ID 190920 (5pp).
25- **S. Kose, F. Atay, V. Bilgin, I. Akyuz, Some physical properties of copper oxide films: The effect of substrate temperature, Materials Chemistry and Physics 111 (2008) 351–358**
26- **N. Serin, T. Serin, S. Horzum, Y. Celik, Annealing effects on the properties of copper oxide thin films prepared by chemical deposition, Semicond. Sci. Technol. 20 (2005) 398–401.**
27- **A.H. Jayatissa, K. Guo, A.C. Jayasuriya, Appl. Surf. Sci. 255 (2009) 9474–9483.**
28- **A. Ogwu, T. Darma, E.Bouquerel , J. Achiev. Mater. Manufact. Eng. 24 (2007) 172–179.**
29- **M. Vaseem, A. Umar, S.H. Kim, Y.B Hahn, J. Phys. Chem. 112 (2008) 5729–5734.**
30- **D. Chauhan, V. Satsangi, S. Dass, R.Shrivastav, Bull. Mater. Sci. 29 (2006) 709–725**
31- **Z. Zhou, N. Tian, J. Li, I. Broadwell, S. Sun, Chem. Soc. Rev. 40 (2011) 4167–4252**
32- **https://www.mack-kayak.com/charges-droguerie/1479-poudre-cuivre.html**
33- www.marefa.org/ اكسيد النحاس الثنائي/Simplified.
34- **Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit Leucaena, tantan SO-ITF-SM-5May 1992 Leguminosae (Mimosoideae) Legume family John A. Parrotta**
35- **- Fiche présentation arbre : Leucaena leucocephala Nom scientifique.**
36- **Il a été extrait par M. Amjad Khalil al-Mashhadani du livre de l'auteur. Hugues (1998)**
37- **. Leucaena leucocephala : (Lam.) de Wit Fabaceae – Mimosoideae (2009)**
38- **https://www.facebook.com/538280369857142-شجرة-اللوسينا**
39- **CHAPITRE. 3. LES COMPOSES PHENOLIQUESUniversité Badji Mokhtar AnnabaIntitulé du Module : Biomolécules d'intérêts pharmaceutiques et cosmétiquesEnseignante : HASSAINE. A2019/202**
40- **L3-BPV-FSNV/UFMC Biochimie végétale / Chp 4: Composés phénoliques Pr. LABBANI 2021-2022**
41- **K. Mukae, Ceramic Bulletin, 66, 1329 (1987).**
42- **Diop A., 1982. le poulet de chair au Sénégal, production-commercialisation-perspectives de développement, thèse : Méd. vét.**

43- J.L.Gardea-torresdey, J.Parsons ,E. Gomez ,J. Peralta-Videa ,H. Troiani , Santiago P., Yacaman M., «FORMATION ET CROISSANCE DES NANOPARTICULES AU SEIN DES PLANTES VIVANTES DE LUZERNE,» nanoLeet, Vols. %1 sur %2397-401, p. V .2, 2002.

44- Spectroscopie UV-VisibleModule : Analyse instrumentaleUniversité Ferhat Abbas Sétif -1

45- Méthodes d'Analyses Spectroscopiques Chapitre2 : Spectroscopie ultraviolet/VisibleUniversité des frères Mentouri Constantine 1

46- https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/physique-chimie/terminale-s/la-spectroscopie/spectrometrie-ultraviolet-visible.html

47- https://www.chemistrysources.com/تارترازين-ترترازين-tartrazine/pdf

48- FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY*From MSE 313 FTIR LabManual*

49- https://www.bruker.com/fr

50- Deepali Sharma Jasperct pajput Mohinderkaw, Sharma synthesis of ZnO NPs 519, 2010, 1224-1229.

51- K. Zhour, « Elaboration et Caractérisation des nano poudres de ZnO par Voie ChimiqueSol-gel », Université Med Khider Biskra (Algérie), (2014)

52- A. Moustaghfir, Thèse de Doctorat, Université Blaise Pascal, (2004).

53-] S. Guitouni, « Corrélation entre les propriétés thermophysiques des gouttelettes et les propriétés des couches minces déposées par le procédé spray », mémoire de magister, université de Constantine (Algérie), (2010).

Le Résumé :

Les nanoparticules de C_uO, ont des propriétés uniques et de ce fait ils sont présent dans plusieurs domaines industriels comme autonettoyant, absorbeur d'UV, agent de dépollution, antioxydant, catalyseur…..etc.

Dans ce travail, nous allons s'intéressée à la synthèse par une méthode verte des nanoparticules de C_uO. Les caractérisations structurales et texturales seront aussi examinées

Mots-clés : Biosynthèse, photocatalyse, dégradation, nanoparticule

الخلاصة

بخصائص فريدة ، وبالتالي فهي موجودة في العديد من المجالات C_u O تتميز الجسيمات النانوية لـ الصناعية مثل التنظيف الذاتي ، وامتصاص الأشعة فوق البنفسجية ، وعامل مكافحة التلوث ، ومضادات الأكسدة ، والمحفز ... إلخ.

كما سيتم فحص C_u O. في هذا العمل ، سنكون مهتمين بالتركيب بطريقة خضراء للجسيمات النانوية التوصيفات الهيكلية والتركيبية.

Conclusion:

C_uO nanoparticles have unique properties, thus they are present in many industrial fields such as self-cleaning, UV absorber, anti-pollution agent, antioxidant, catalyst...etc.

In this work, we will be interested in the green synthesis of C_uO nanoparticles. The structural and compositional characterizations will also be examined.

Keywords: biosynthesis, photocatalysis, decomposition, nanoparticles

Les annexes

Tableau 15:Photolyse de la solution de tartrazine

(1000mg de 1%$A_g - C_uO$ +15ppm jaune de tartrazine)							
T(min)	0	30	60	90	120	150	180
A	0.31345102	0.29098822	0.28862697	0.2851288	0.27808595	0.26874483	0.26143119
A/Ao	1	0.928337129	0.920804054	0.90964387	0.887175131	0.857374239	0.834041599
Ln(A/Ao)	0	-0.07436033	-0.08250802	-0.0947021	-0.11971287	-0.15388077	-0.181471998
rend	0	0.07166287	0.079059624	0.090356126	0.11284868	0.14262576	0.1659584
(500mg de 1% $A_g - C_uO$ +15ppm jaune de tartrazine)							
A	0.31345102	0.30631766	0.30110019	0.29523379	0.29126856	0.28773949	0.26155579
A/Ao	1	0.977242505	0.960599522	0.941881733	0.929231495	0.91792734	0.84439109
Ln(A/Ao)	0	-0.02302044	-0.04019769	-0.059875556	-0.07339738	-0.0856371	-0.18099551
rend	0	0.022757494	0.039402743	0.05818266	0.070768696	0.081897037	0.165554159

(500mg de2%$A_g - C_uO$ +15ppm jaune de tartrazine)

temps	0	30	60	90	120	150	180
A	0.31345102	0.28761619	0.20387718	0.20293742	0.19121026	0.19018962	0.18833904
A/A_0	1	0.9534362	0.675844	0.6727	0.633854	0.630471	0.62433649

		4		2955	47	098	8
Ln ($A/_{A_0}$)	0	-0.044768273	-0.3917918	-0.3964119	-0.4559359	-0.461287977	-0.4710658
rend	0	0.08242063	0.3459572	0.352570554	0.38998361	0.39323975	0.39914364
(1000mg de2%$A_g - C_uO$ +15ppm jaune de tartrazine)							
A	0.31345102	0.2611081	0.25254895	0.24735343	0.24580823	0.24562845	0.24412093
A/A_0	1	0.8330108	0.80570467	0.789132222	0.78419981	0.78380507	0.77881683
Ln (A/A_0	0	-0.1827086	-0.2160380	-0.23682139	-0.2430914	-0.2435949	-0.2499794
Rend	0	0.16698915	0.19429533	0.210867777	0.21580019	0.21637374	0.22118317

(500mg deC_uO +15ppm jaune de tartrazine)

T (min)	**0**	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
A	0.33143502	0.32662538	0.296988433	0.29380754	0.28154618	0.28104988	0.25758442
A/A_0	1	0.985488437	0.896068354	0.886471019	0.849476256	0.847978828	0.777179249
Ln (A/A_0)	0	-0.014617885	-0.10973858	-0.12050685	-0.16313529	-0.16489961	-0.25084261
Rend	0	0.014511562	0.10391645	0.150523743	0.150523743	0.15021171	0.171272727

(1000mg de C_uO +15ppm jaune de tartrazine)							
A	0.32662538	0.301763	0.29698843	0.29380754	0.28154618	0.28104988	0.25758442
A /A_0	1	0.923881	0.9092632	0.89952453	0.86198501	0.86046553	0.78862341
Ln (A/A_0)	0	-0.079172	-0.095121	-0.1058889	-0.1485174	-0.1502817	-0.2374664
Rend	0	0.0761189	0.09073683	0.10047547	0.13796717	0.13953447	0.21137659

10ppm pour jaune de tartrazine + 500mg de :							
TEMPS	0	30	60	90	120	150	180
C_uO							
A	0.22427757	0.1659679	0.16579005	0.16559361	0.16530171	0.15955271	0.15819
A/A_0	1	0.740011138	0.739218148	0.738342269	0.737040757	0.711407342	0.708497064
Ln (A/A_0)	0	0.30109004	-0.302162207	-0.303347782	-0.305112086	-0.34051098	-0.344609363
Rend	0	0.05830967	0.259988861	0.26165773	0.262958752	0.288592657	0.294668655
$1\%A_g - C_uO$							
A	0.200070745	0.17771706	0.16986318	0.16683324	0.16650534	0.16448824	0.14813793
(A/A_0)	1	0.888271096	0.849016833	0.833871238	0.832232318	0.822150384	0.740427592

Ln (A/A_0)	0	-0.118478293	-0.16367266	-0.181676278	-0.183643648	-0.19583195	-0.300527432
rend	0	0.11728903	0.150984418	0.166128761	0.167767681	0.177849615	0.259572257
2%$A_g - C_uO$							
A	0.22099727	0.19196209	0.18847944	0.18722782	0.18186468	0.180226	0.17431961
(A/A_0)	1	0.868617472	0.852953509	0.847195171	0.822927269	0.815512336	0.788786259
Ln (A/A_0)	0	-0.140852443	-0.159050235	-0.165824184	-0.194887454	-20393872 9	-23725989 5
rend	0	0.131382527	0.14141319	0.152804828	0.17707273	0.184487663	0.21121374

10PPM jaune de tartrazine+ 1000mg de :

10PPM jaune de tartrazine+ 1000mg de :							
T	0	30	60	90	120	150	180
C_uO							
A	0.21816294	0.16238318	0.15783821	0.15598132	0.15513079	0.14386193	0.14190337
(A/A_0)	1	0.74432064 4	0.745165572	0.714976246	0.711077646	0.659228831	0.650446735
Ln(	0	-	-0.29414884	-	-	-	-

A/ A_0)		0.2952833 63		0.335505 958	0.340973647	0.416684564	0.430095 881
rend	0	0.2556793 56	0.276512271	0.285023 753	0.288922353	0.340108075	0.349553 274
$1\%A_g - C_uO$							
A	0.16513167	0.14586811	0.13477165	0.12773794	0.12644321	0.12283386	0.12113197
(A/ A_0)	1	0.883344242	0.816146593	0.773552 038	0.765711447	0.74385404	0.73354778
Ln(A/ A_0)	0	-0.124040298	-0.20316129	-0.256762 334	-0.266949881	-0.295910445	-0.309862 543
rend	0	0.116655757	0.183853406	0.226447 961	0.234288552	0.256145959	0.266453 854
$2\%A_g - C_uO$							
A	0.25256082	0.2119447	0.2119426	0.20305516	0.1972547	0.19219856	0.18058337
(A/ A_0)	1	0.86887739	0.8391745	0.803985 194	0.781018607	0.760999113	0.715009 438
Ln (A/ A_0)	0	-0.140541345	-0.175336607	-0.218174 424	-0.24715633	-0.273123086	-0.335459 536
rend	0	0.160817184	0.160825499	0.196014 805	0.218981392	0.239000887	0.284990 561