



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعرييرج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie appliqué

## Intitulé :

**Evaluation des conditions de la dégradation microbienne de colorants  
synthétiques**

### Présenté par:

Amira BELALMI ; Chahinaz DEBOUCHA ; Maroua SILEM

Soutenu le 24/06/2023, Devant le Jury :

	Nom &Prénom	Grade	Affiliation / institution
<b>Président :</b>	Mme. BOUGUERRA Asma	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
<b>Encadrant :</b>	Mme SOUAGUI Yasmina	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
<b>Examineur :</b>	M. SADRATI Nouari	MCA	Université de Bordj Bou Arreridj

Année Universitaire 2022/2023

# Remerciement

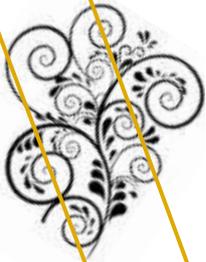


*Nous remercions tout d'abord **Dieu** tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la volonté la patience afin de réaliser ce travail et pour nous avoir guidées vers la lumière de la recherche du savoir et de la science*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nous vifs remerciements à l'encadrant **Mme SOUAGUI Yasmina** pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grand rigueur scientifique, pour sa disponibilité, son aide, sa patience, des précieux conseils, la confiance qui nous accordé tout son aide*

*On tient à exprimer notre considération et notre reconnaissance aux **membres du jury** pour avoir accepté l'évaluation de notre travail*

*On tient aussi à remercier les techniciens et tous les membres des laboratoires ou' nous avons accomplie le travail*





*Avec l'aide de dieu tout puissant*

*J'ai pu achever ce modeste travail que je dédie :*

*La personne qui a toujours été et restera mon exemple et mon idole  
qui a sacrifié tous ce qu'il pouvait pour nous voir heureux mon cher*

*père*

*à l'autre personne importante dans ma vie dans l'affection l'amour et  
les conseils m'ont toujours aidée celle qui s'a sacrifié ma vie pour mon*

*éducation : ma chère mère*

*Ma sœur qui ma soutenue par ses conseils et ses encouragements*

*à mes frères LOUAI et BADRDEEN*

*A mes amis proches AMANI , CHAHINEZ , IKRAM , HORIYA,*

*NESRINE*

*Mes collègues CHAHINEZ et MAROUA Pour leur soutien moral  
et leur patience tout au long de ce travail*



*AMIRA Belalmi*





*Je dédie ce modeste travail*



*A mes chers parents : **Chabane** et **NADIRA**, source de vie, le secret de mon arrivé à cette étapes importantes de ma vie pour tous leurs profonds amours, pour leur aide toutes aux longues de mon parcours universitaire, tout le sacrifice, pour son assistance et sa présence, leur soutien moral aux moments difficiles.*

*A mes frères **HANI**, **SAMI**, **HAITHEM***

*A mes très chers grands-parents, que dieux les protèges*

*A mes collègue **AMIRA** et **MAROUA** pour la persévérance et le courage afin de faits bon travail et je souhaite le succès dans son carrière après l'obtention de son diplôme*

*A mes très chères amies : **AMIRA**, **AHLEM**, **CHAIMA**, **TORKIA** pour son encouragement Tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

*Deboucha Chahinaz*





*C'est avec profonde gratitude et sincère mots*

*Je dédie ce modeste travail*

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et  
tout mon respect : mon chère papa **AMAR***

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir âmes exigences et qui  
n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable maman*

**FAIZA**

*A mes chères jumelles **SAFA** et **AYA** que dieu les protège et leurs offre la  
chance et le bonheur.*

*A mon adorable petite sœur **SARA** qui sait toujours comment procurer la  
joie et le bonheur pour toute la famille*

*A ma tante **Khalissa** que dieu la donne une longue et joyeuse vie*

*A tous mes cousins, et mes amis **BOUTHEYNA, CHAIMA, DOUNIA**  
**, HAYRA, IMANE***

*Merci pour leurs amours et leurs encouragements*

*Sans oublier mon Binôme **AMIRA** et **CHAHINEZ** pour leur soutien  
moral et leur patience*



**MAROUA Silem**



# *Sommaire*

**Remerciement**

**Dédicaces**

**Résumé**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

**1 Introduction..... 1**

**Partie Expérimentale**

**2- Matériel et méthodes ..... 6**

2.1. Le matériel biologique .....6

2.2. Les colorants utilisés.....6

2.3. La préparation des solutions de colorants.....6

**3- Résultats et Discision ..... 8**

3.1. Spectres d'absorption et suivi de la dégradation des colorants par la bactérie.....8

3.1.1. Résultats de la dégradation de l'orange de méthyle (OM).....8

3.1.2. Résultats de la dégradation du rouge Congo.....10

3.1.3. Résultats de la dégradation du bleu de méthylène (BM).....12

**Conclusion ..... 14**

**Références..... 15**

## *Liste des figures*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Structure chimique des colorants synthétiques	<b>03</b>
<b>Figure 2</b>	Cinétique de la dégradation de l'orange de méthyle à différentes températures	<b>12</b>
<b>Figure 3</b>	Cinétique de la dégradation du rouge Congo à différentes températures	<b>14</b>
<b>Figure 4</b>	Cinétique de la dégradation du bleu de méthylène à différentes températures	<b>16</b>

## **Résumé :**

Les colorants sont parmi les effluents industriels les plus rejetés, souvent utilisés dans différents secteurs, tels que l'industrie textile, imprimerie et la teinture des fibres. Cependant, leur utilisation massive peut entraîner des impacts significatifs sur l'environnement et la santé humaine. La présente étude porte sur la recherche d'alternatives aux traitements chimiques pour la dégradation de colorants synthétiques en utilisant des microorganismes.

Trois colorants synthétiques (orange de méthyle, le rouge Congo et le bleu de méthylène) ont été choisis pour évaluer leur dégradation par un isolat bactérien. La dégradation a été évaluée en mesurant l'absorbance (DO) à intervalle de 24h par spectrophotomètre à différentes températures et à différentes concentrations initiales du colorant.

Une bonne dégradation a été obtenue pour le bleu de méthylène avec un maximum de dégradation après 96h d'incubation pour les trois premières concentrations à 37°C. Tandis que, La dégradation de l'orange de méthyle et du rouge Congo une cinétique de dégradation linéaire régressive n'a pas été obtenue.

Selon les résultats obtenus, l'isolat testé montre une capacité et une importance considérable quant à la dégradation des colorants synthétiques, notamment vis-à-vis du bleu de méthylène.

Mots clés : Bactéries, bioremédiation, colorants synthétiques, dégradation, pollution.

## المخلص

الصبغات هي من بين أكثر أنواع النفايات الصناعية التي تستخدم في كثير من الأحيان في قطاعات مختلفة مثل المنسوجات ، الطباعة والصيغ. غير أن الاستخدام الواسع النطاق لهذه المادة يمكن أن يؤدي إلى أضرار على البيئة وصحة الإنسان. وتركز هذه الدراسة على البحث عن بدائل للعلاجات الكيميائية للتخلص من الأصباغ الاصطناعية باستخدام الميكروبات.

وقد أختيرت ثلاث صبغات اصطناعية (البرتقالي الميثيل والأحمر كنگو و الأزرق الميثيلان) لتقييم تحللها بواسطة سلالة بكتيرية وقد قيم التحلل بقياس الامتصاص الضوئي كل 24 ساعة بواسطة مقياس طيف ضوئي لدرجات حرارة مختلفة وتركيزات مختلفة من اللون .

أظهرت النتائج تحلل معتبر لأزرق الميثيلين بعد 96 ساعة بالنسبة للتركيزات الثلاثة الأولى في درجة حرارة مئوية 37°. أما بالنسبة للونين الأحمر الكونغو و برتقالي الميثيل فالنتائج لم تظهر تحللاً يتماشى مع الزمن .

تضهر نتائج دراستنا والنتائج التي توصلنا إليها أن السلالة البكتيرية المختبرة تتمتع بقدرة وبأهمية كبيرة فيما يتعلق بتحليل الأصباغ الاصطناعية لاسيما فيما يخص أزرق الميثيلان .

الكلمات الرئيسية ، البكتيريا المعالجة البيولوجية ، التحلل ، الأصباغ الاصطناعية ، التلوث

**Abstract:**

Dyes are among the most discharged industrial effluents, often used in different sector such as the textile, printing and fiber dyeing industries. However, their widespread use can lead to significant impacts on the environment and human health. The present study focuses on the search for alternatives to chemical treatments for the degradation of synthetic dyes using microorganisms.

Three synthetic dyes (methyl orange, Congo red and methylene blue) were chosen to evaluate their degradation by bacteria isolate. Degradation was assessed by measuring absorbance (OD) at 24 hours' interval using a spectrophotometer at different temperatures and initial dye concentrations.

We have obtained a good degradation for methylene blue with a maximum of degradation after 96 h of incubation for the first three concentrations at 37°C. however, we did not find regressive linear degradation for the two dyes Congo Red and methyl orange.

The results obtained show that the bacteria isolate tested has a great potential for elimination of synthetic dyes, especially the methylene blue one.

**Key words:** Bacteria, bioremediation, degradation, synthetic dyes, pollution.

# *Introduction*

L'environnement est constamment affecté par diverses activités humaines, industrielles, urbaines ou agricoles, provoquant sa pollution (**SADKI et al., 2014**). En effet, avec le développement rapide de l'industrie moderne, la contamination de l'environnement est devenue de plus en plus grave ou de nombreux déchets industriels ont cruellement pollués l'environnement naturel qui était très adéquat à l'habitation humaine dans le passé (**HAFIFI et MANSOUR, 2010**).

Actuellement la surproduction de vêtements dans le monde a un impact néfaste sur notre planète. Les industries textiles, surtout lors de la phase de teinture et d'ennoblissement, utilisent principalement des produits chimiques et des colorants naturels ou artificiels (synthétiques). Cependant, ces colorants sont à l'origine de la pollution des eaux de surface, des nappes phréatiques et peuvent être nuisibles pour la santé une fois évacués dans l'environnement (**RAKOTOBE et al., 2022**).

Un colorant désigne un produit capable de teindre une substance d'une manière durable (**FEDDAL, 2016**). Il est caractérisé par un assemblage de groupements chromophores, autochromes et des structures aromatiques conjuguées (**MARMIER et al., 2016**).

Les colorants synthétiques représentent aujourd'hui un groupe relativement large de composés chimiques organiques et peuvent causer la pollution de l'environnement lorsqu'ils sont rejetés dans les eaux usées des usines de production ou lorsqu'ils sont éliminés incorrectement dans les déchets (**BENTAIBA et KHALAF, 2014**), ils sont couramment utilisés dans plusieurs domaines, dans les imprimeries, l'industrie alimentaire, cosmétique, l'industrie textile et autres applications. Ils sont également difficiles à décomposer, ce qui signifie qu'ils peuvent persister dans l'environnement pendant des années (**BEN MANSOUR et al., 2011**).

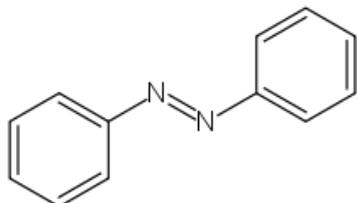
Le principe de la classification des colorants synthétiques est basé sur leur structure chimique et leur méthode d'application sur différents substrats (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc.) (**FEDDAL, 2016**).

Premièrement la classification chimique des colorants qui se base sur la nature de la structure et des groupements chromophores qui regroupe (Figure 1) :

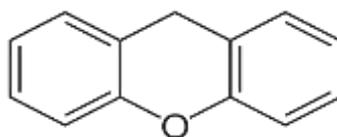
- Les colorants azoïques, les colorants les plus couramment utilisés. Ils sont caractérisés par le groupe fonctionnel azo (-N=N-) qui est responsable de leur couleur comme le rouge de méthyle (**ZIANE, 2018**).

- Les colorants anthraquinoniques qui représentent, après les colorants azoïques, le plus important groupe de matières colorantes (**ZEGHACHE, 2019**).
- Les colorants triphénylméthanes, un hydrocarbure possédant trois cycles phényle liés à un carbone central, on retrouve cette structure de base dans un grand nombre de composés organiques colorés (**FEDDAL, 2016**).
- Les colorants indigoïdes qui tirent leur appellation de l'indigo, les homologues séléniés soufrés et oxygénés du bleu indigo provoquent d'importants effets hypochromes (**BOUCENNA, 2016**).
- Les colorants xanthènes dont le composé le plus connu est la fluorescéine, sont dotés d'une intense fluorescence. Utilisés comme colorants alimentaires, cosmétiques, textiles et impression (**BAHNES, 2018**).
- Les phtalocyanines, ce type des colorants est caractérisé par une structure complexe possédant un atome central métallique.
- Les colorants nitrés et nitrosés qui sont la base des colorants anioniques, possèdent une structure simple caractérisée par la présence d'un groupement nitro (-NO<sub>2</sub>) (**BENTAHAR, 2016**).

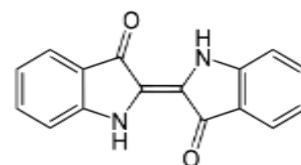
Les colorant azoïque



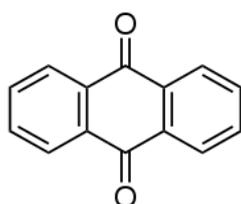
Les colorants xanthènes



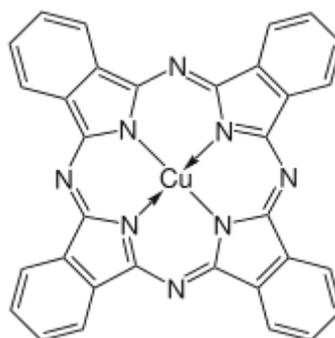
Les colorants indigoïdes



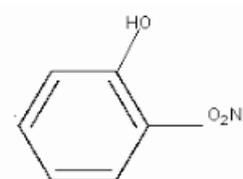
Les colorants anthraquinoniques



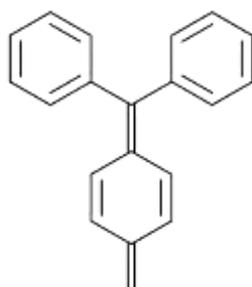
Les colorant phtalocyanines  
(Phtalocyanine de cuivre)



Les colorants nitrés et nitrosés



Les colorants triphénylméthanés



**Figure 1** : Structure chimique des colorants synthétiques (ZEGHACHE, 2019)

La deuxième classification tinctoriale, qui distingue différentes catégories tinctoriales définies par les auxochromes :

- Les colorants solubles dans l'eau comportent les colorants acides ou anioniques, ces derniers possèdent une ou plusieurs fonctions acides (COOH, SO<sub>3</sub>H et SO<sub>3</sub>Na).
- Les colorants basiques ou cationiques qui sont des sels d'amines organiques.
- Les colorants à mordant, présentent de meilleurs niveaux de solidité contiennent généralement un ligand fonctionnel capable de réagir fortement avec un sel d'aluminium, de chrome, de cobalt, de cuivre.
- Les colorants réactifs, composés de la teinture mère, le groupe de liaison et le groupe actif, afin qu'ils puissent former une liaison covalente forte avec les fibres lors de l'utilisation.
- Les colorants de cuve qui sont des colorants insolubles ils peuvent également être appliqués sur des fils synthétiques.
- Les colorants directs, utilisés en teinturerie. Ils permettent de teindre directement les fibres cellulosiques.
- Les colorants insolubles dans l'eau qui sont désignés par le terme de colorants plastosolubles (**ZEGHACHE, 2019**).

Les traitements physico-chimiques communs (adsorption, coagulation, floculation, précipitation etc...) sont couramment utilisés pour le traitement des effluents industriels. Malgré leur rapidité, ces méthodes se sont avérées peu efficaces compte tenu des normes exigées sur ces rejets. En effet, ils peuvent présenter plusieurs inconvénients, notamment les coûts élevés, l'impact nocif sur l'environnement que peut engendrer l'utilisation de produits chimiques agressifs, qui peut entraîner la pollution des sols, des eaux souterraines ou des cours d'eau, ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur les écosystèmes et des risques pour la santé (**BEN MANSOUR et al., 2011**).

Le traitement biologique constitue donc une alternative fiable aux traitements physico-chimiques. En effet, plusieurs microorganismes sont capables de transformer les colorants azoïques en sous-produits incolores (**BEN MANSOUR et al., 2011**).

La bioremédiation est une branche des biotechnologies qui utilise des mécanismes biologiques naturels ou détournés pour traiter des problèmes environnementaux (VAVASSEUR, 2014). Utilisation de procédés biologiques pour éliminer les polluants industriels qui contaminent le cycle biogéochimique des substances naturelles (CHEDLY, 2006). Elle constitue un ensemble de mécanismes de transformation d'un contaminant en différents sous-produits par l'action de microorganismes. Ces derniers particulièrement les bactéries, sont présents dans tous les sols, parfois à des taux élevés. Ils représentent la voie majeure de dégradation (BIDAUD, 2013), sous différentes manières notamment par la synthèse d'enzymes extracellulaires (LiPs, MnPs, laccases, etc.) (BEN MANSOUR *et al.*, 2011).

Les bactéries sont capables de dégrader les colorants azoïques en utilisant des enzymes spécifiques appelées azoréductases, ces enzymes réduisent les liaisons azo dans les colorants, ce qui les transforme en composés moins toxiques et plus facilement dégradables par les bactéries. Ces bactéries peuvent également utiliser des voies métaboliques alternatives pour dégrader les colorants azoïques, telles que la voie strictement anaérobie (*Bacteroides sp.*, *Eubacterium sp.*, *Clostridium sp.*, *Fusobacterium sp.*, etc.), anaérobies/aérobies facultatives (*Proteus vulgaris*, *Streptococcus faecalis*, etc.) et aérobies (*Bacillus sp.*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas sp.*, etc.) (ASPLAND, 1997).

Le procédé de dépollution biologique (bioremédiation) au moyen de microorganisme spécifique est une technique durable et bon marché permettant élimination des déchets. Les microorganismes (bactérie, champignon.) ont la capacité naturelle de dégrader les contaminants présents dans l'environnement. Ils peuvent utiliser les contaminants comme source de nourriture et les transformer en produits moins toxiques ou non toxiques. Leur activité enzymatique leur permet de décomposer une large gamme de substances chimiques, y compris les hydrocarbures, les métaux lourds, les pesticides, les solvants et bien d'autres. (ATLAS et HAZEN, 2011).

L'objectif principal de notre travail est d'évaluer les conditions et la capacité d'un isolat bactérien à dégrader quelques colorants synthétiques à savoir l'orange de méthyle, le rouge Congo et le bleu de méthylène.

## *Partie Expérimentale*

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Le matériel biologique

Le microorganisme utilisé est une bactérie isolée à partir d'un sol aride par notre encadrante.

### 2.2. Les colorants utilisés

Dans la présente étude trois colorants synthétiques ont été utilisés à savoir, le rouge Congo qui est un colorant azoïque parmi les plus connus et les plus utilisés, il possède deux liaisons azoïques (-N = N-) chromophore dans sa structure moléculaire. De formule brute chimique  $C_{32}H_{22}N_6O_6S_2Na_2$ , de masse molaire  $696,7 \text{ g.mol}^{-1}$  (ASSESS *et al.*, 2018). L'orange de méthyle qui est l'un des colorants les plus couramment utilisés dans l'industrie textile, Il est également utilisé comme indicateur de pH pour les titrages, de formule chimique  $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$  et avec une masse molaire  $327,34 \text{ g.mol}^{-1}$  (KINGSLEY *et al.*, 2021) et enfin, le bleu de méthylène l'un des colorants aziniques (thiazine) de la famille basique ou cationique appliqués en grande quantité comme colorant pour les papiers, la laine, la soie et le coton ; un colorant cationique d'indice CI52015, de formule chimique  $C_{16}H_{18}N_3SCl$  et une masse molaire de  $319,85 \text{ g.mol}^{-1}$  (OLUSAKIN *et al.*, 2022).

Ces colorants constituent la famille la plus importante sur le plan de l'application, puisqu'ils représentent plus de 50 % de la production mondiale de matières colorantes (FUES, 2023).

### 2.3. La préparation des solutions de colorants

Une solution mère de 100ml de chaque colorant a été préparée à base d'une solution saline. Ensuite des concentrations différentes de  $5 \text{ mg.l}^{-1}$ ,  $10 \text{ mg.l}^{-1}$ ,  $15 \text{ mg.l}^{-1}$ ,  $20 \text{ mg.l}^{-1}$ ,  $25 \text{ mg.l}^{-1}$  de chaque colorant ont été réparties dans des tubes à essai (10ml).

Les tubes bien homogénéisés, ont été par la suite inoculés avec la souche bactérienne. Un tube témoin sans colorant a été également inoculé. L'incubation des tubes a été faite à différentes températures à savoir 28C°, 32C°, 35C° et 37C°.

La lecture de l'absorbance a été effectuée chaque 24h pendant cinq jours au spectrophotomètre et aux longueurs d'onde maximales de chaque colorant, le bleu de méthylène à 664 nm, le rouge Congo à 584 nm et l'orange de méthyle à 545 nm.

## *Résultats et Discision*

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1. Spectres d'absorption et suivi de la dégradation des colorants par la bactérie

Le suivi de la dégradation des colorants a été estimé par une mesure de la densité optique pour une durée de cinq jours à intervalle de 24h. La détermination des absorbances des trois colorants testés à savoir le bleu de méthylène, le rouge Congo et l'orange de méthyle à différentes concentrations et à différentes températures, nous a permis de tracer les courbes des spectres d'absorption pour chaque colorant.

##### 3.1.1. Résultats de la dégradation de l'orange de méthyle (OM)

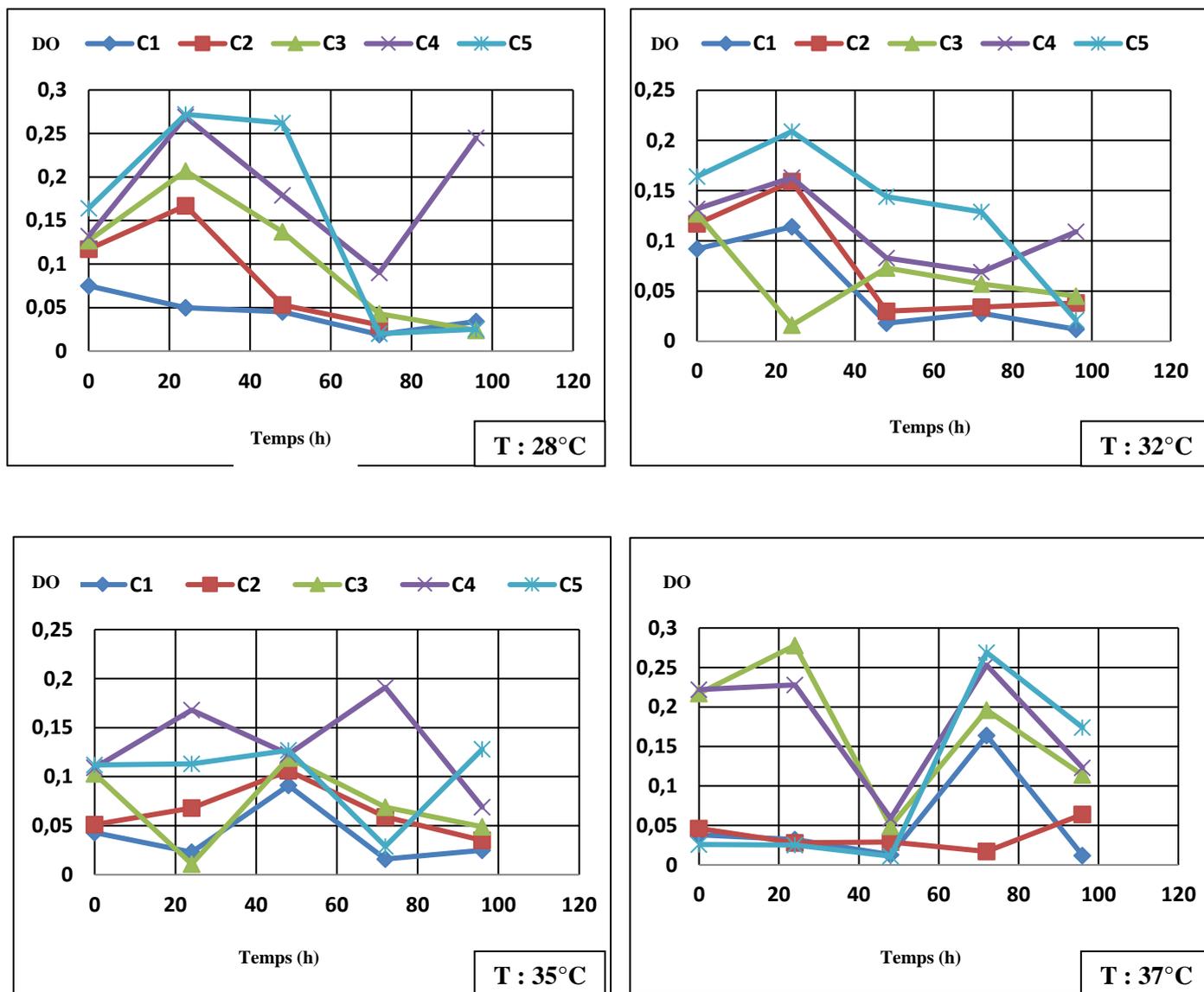
L'évolution de la dégradation du colorant (OM) par la bactérie en fonction du temps est représentée sur la figure 2. L'effet des différentes températures ainsi que la concentration initiale du colorant sur la dégradation est bien visible. Néanmoins, nous n'avons pas obtenue une cinétique de dégradation linéaire régressive.

Une bonne dégradation a été constatée pour toutes les concentrations après 48h à 37°C.

La température influence la dégradation du colorant par la bactérie. Il est important de noter que la dégradation de l'orange de méthyle par les bactéries peut varier en fonction de plusieurs facteurs spécifiques de l'environnement, de la durée d'exposition des bactéries au colorant qui peut également influencer la dégradation. En effet, un temps d'exposition plus long peut permettre aux bactéries de s'adapter et de développer leur capacité à dégrader le composé. **ROOP et al., (2021)** ont obtenu une décoloration maximale de l'orange de méthyle avec la souche *Pseudomonas aeruginosa* à 30°C, la décoloration diminue en dessous et au-dessus de 30°C. Légère diminution de l'efficacité de décoloration a été enregistrée à 25 et 35°C. Il a également été observé que l'efficacité de décoloration diminue considérablement à 15 et 45°C. **SHAH et al., (2013)**, ont constaté qu'à des températures inférieures à 37° C il a fallu plus de jours pour la décoloration, en raison de la croissance lente de la bactérie *Pseudomonas spp.*, et à températures supérieures à 37° C, le pourcentage de décolorations diminue.

Dans les résultats d'études réalisée par **Du et al., (2015)**, une décoloration complète a été observée à 35°C après incubation pendant 4h.

Le fait de ne pas avoir obtenue une cinétique de dégradation linéaire régressive est peut-être dû à la croissance non homogène de la bactérie dans les différents tubes, notamment dans le tube témoin.



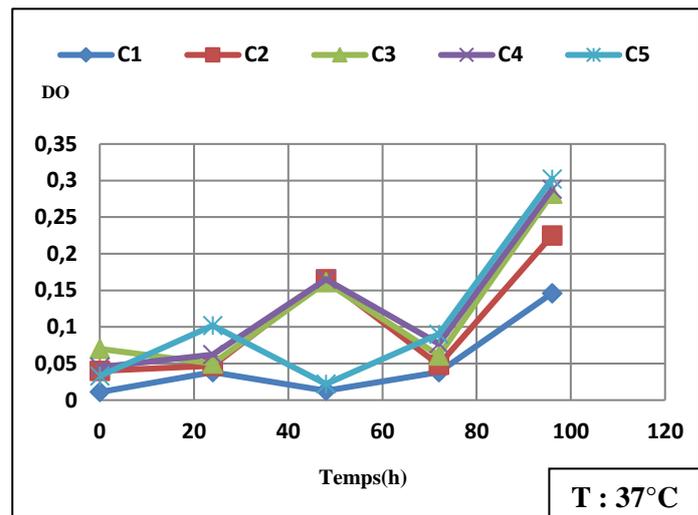
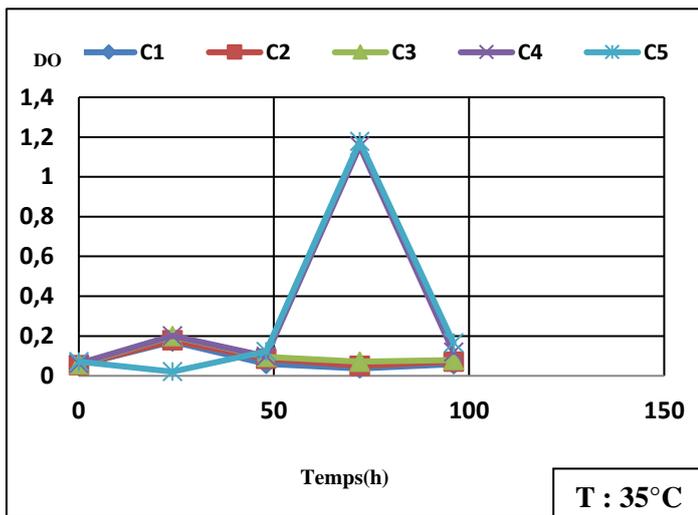
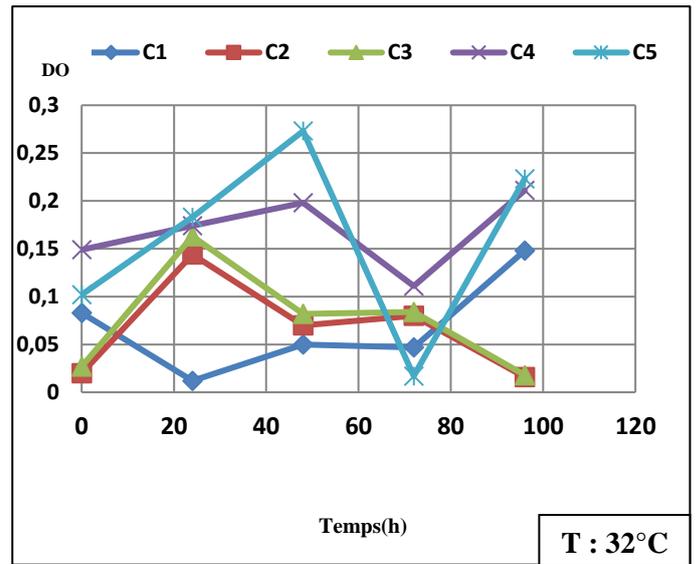
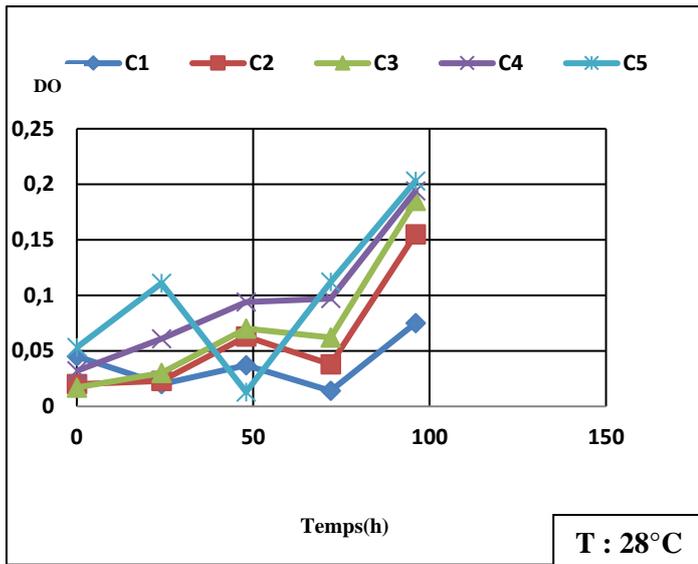
**Figure 2 :** Cinétique de la dégradation de l'orange de méthyle à différentes températures

### 3.1.2. Résultats de la dégradation du rouge Congo (RC)

A partir de la figure 3 on observe une diminution proportionnelle des absorbances en fonction du temps d'incubation aux différentes températures. On constate une bonne dégradation du colorant à 28°C, 35°C et 37°C pour toutes les concentrations (5mg/l ,10 mg/l ,15 mg/l ,20 mg/l ,25 mg/l). Pareil que pour l'orange de méthyle, on n'a pas obtenu une cinétique de dégradation linéaire régressive pour le rouge Congo, due probablement à la croissance non homogène de la bactérie ou bien aux effets d'agents externes (température, lumière, O<sub>2</sub> ...) sur le colorant.

La biodégradation est affectée par le changement de température et cela est indiqué par l'étude menée par **YU JX et YUE., (2001)**. L'augmentation de la température de 28°C à 37°C conduit à une élévation de taux de la biodégradation du colorant. La température affecte le métabolisme et le taux de croissance bactérien et l'état physiologique des polluants **SATYENDRA et MANIKANT, (2017)**. L'augmentation de la concentration du colorant diminue progressivement le taux de décoloration selon **SARATALE, (2011)**, probablement en raison de l'effet toxique des colorants sur les bactéries **CHIMZIE et THOMAS, (2011)**.

Donc tous ces paramètres peuvent influence le processus de la biodégradation.



**Figure3** : Cinétique de la dégradation du rouge Congo à différentes températures

### 3.1.3. Résultats de la dégradation du bleu de méthylène (BM)

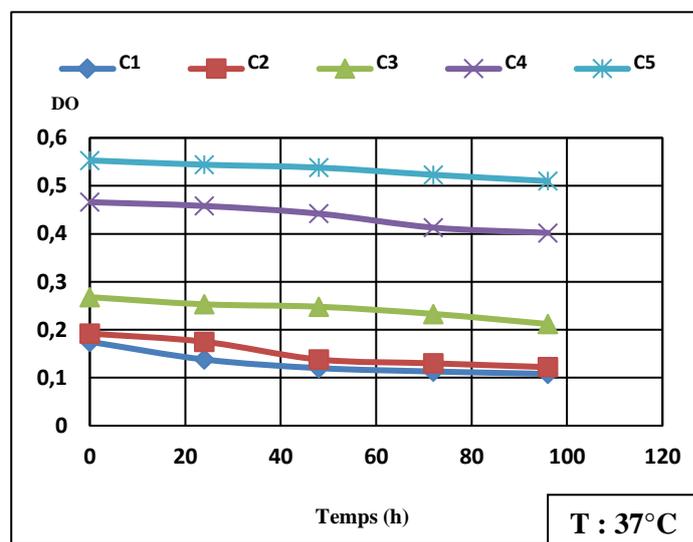
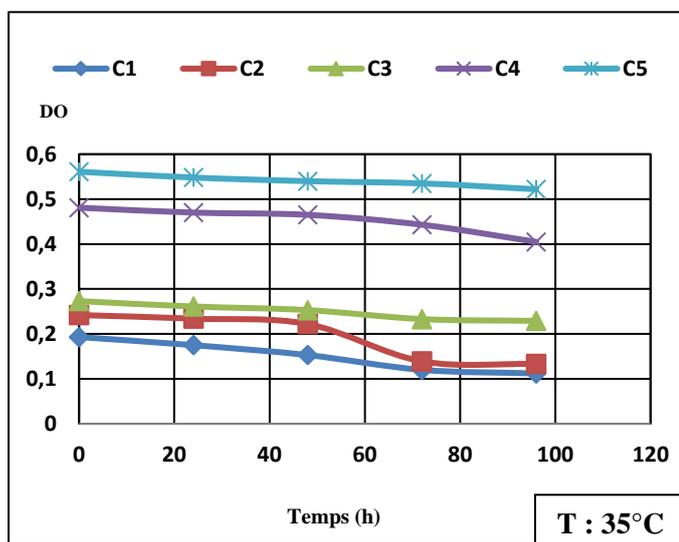
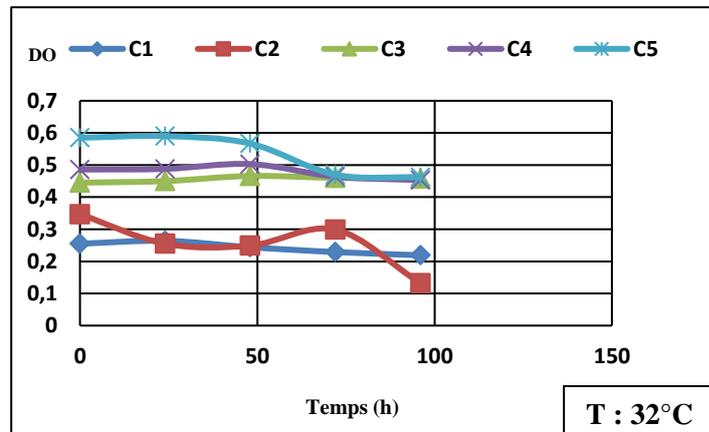
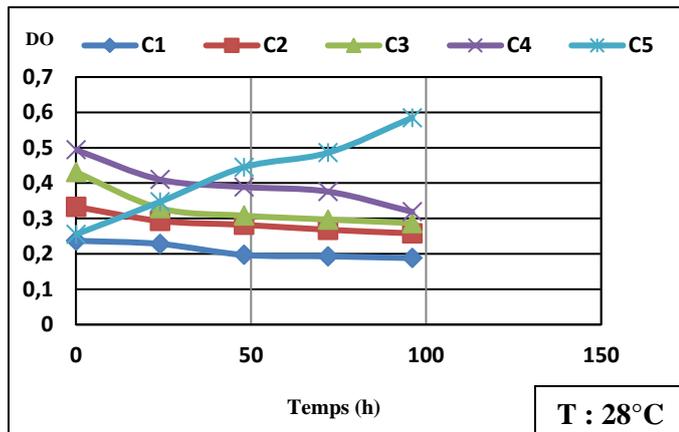
On observe sur la figure 4 ci-après une diminution proportionnelle des absorbances en fonction du temps pour les différentes températures et concentrations, et la capacité d'élimination du colorant augmente avec le temps d'incubation. En effet, on constate que la meilleure température de dégradation du colorant est 37°C notamment pour les concentrations 5, 10 et 15 mg/l.

Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par **VIKASH et al., (2019)**, qui indique que la décoloration du BM augmente avec l'augmentation de la température de 20° à 30°C et ceux de **VANHOONG et al., (2022)**, qui ont démontré que l'efficacité de la décoloration de bleu de méthylène par *Bacillus* sp. augmente progressivement avec l'augmentation de la température arrivant à une élimination maximale à 35 °C après 6h à 12h d'incubation, mais commence à décroître dès que la température dépasse 35°C. La différence entre les deux résultats dépend de nombreux facteurs, tels que la souche bactérienne spécifique, la concentration de bleu de méthylène et la présence d'autres composés dans le milieu.

Les résultats d'étude de **AEMERE et al., (2020)** ont montré des activités de décoloration élevées dans une large gamme de températures (25-45 °C) à température optimale de 38,5 °C.

Les travaux de **ARIFFI et al., (2022)** montrent que la dégradation du colorant par les souches *Klebsiella pneumoniae* et la souche *Pseudomonasae ruginosa* augmentent du jour 0 au jour 8 avec une température optimale de 37°C donc similaire à nos résultats.

La dégradation du bleu de méthylène par une bactérie à une température de 37°C dépendra de la capacité métabolique spécifique de la bactérie, et la synthèse d'enzymes spécifiques pour l'élimination du colorant.



**Figure 4 :** Suivi de la dégradation du bleu de méthylène à différentes températures

## *Conclusion*

Les colorants de synthèse sont de plus en plus utilisés dans plusieurs industries en raison de leur facilité de synthèse et les effluents industriels non traités de ce dernier constitue une menace pour l'environnement et la santé de l'être humain. D'où la nécessité de traiter cette pollution par le choix et l'application d'un procédé adapté aux différentes conditions.

Dans ce contexte, Ce travail a pour objectif, de trouver des alternatives aux traitement chimiques en utilisant des microorganismes pour effectuer cette étude on a testé notre souche bactérienne pour sa capacité à dégrader les colorants synthétiques. L'élimination a été suivie en fonction des paramètres physico-chimiques tels que la concentration, la température et le temps d'incubation,

Les résultats expérimentaux obtenus au cours de cette étude montrent la capacité de dégradation des colorants testés par la bactérie. Une meilleure cinétique de dégradation a été obtenue pour le bleu de méthylène avec une meilleure température de dégradation de 37°C. Néanmoins, pour les deux colorants Orange de méthyle et rouge Congo, les cinétiques de dégradation n'étaient pas linéaires régressives, du probablement à plusieurs facteurs, notamment à la croissance non homogène de la bactérie dans les tubes.

De cette étude, nous pouvons conclure que la bactérie utilisée peut être un bon candidat dans les processus de l'élimination des colorants synthétiques. Cela nous permet de dire que les micro-organismes, et particulièrement les bactéries, représentent une voie intéressante de dégradation et peuvent être une alternative aux traitement chimiques.

A l'issue de ce travail, quelques perspectives et recommandations semblent nécessaire à réaliser :

- Identification de la souche bactérienne.
- Réalisation d'une application dans un environnement pollué (un effluent réel) en fixant les paramètres optimaux.

## *Références bibliographiques*

AEMERE.O, IJEOMA.N,OMALIKO.M ,OLUMIDE. D.(2020). Biodegradation of Methylene Blue as an Evidence of Synthetic Dyes Mineralization during Textile Effluent Biotreatment by *Acinetobacter pittii*. 931-947 P.

ARIFFIN.F et MARDIHAH.A.(2022). Biodegradation of methylene bleu by bacteri strains isolated from contaminated soil . Faculty of Science and Marine Environment, Universiti MALAYSIA TERENGGANUI. 25-35 P.

ASSES.N , Ayed.L, Hkiri.N et Hamdi.M. (2018). Décoloration et détoxification du rouge Congo par *Aspergillus niger* : mécanismes d'élimination et voie de dégradation du colorant. *BioMed Research International* , 2-9 P.

ATLAS.R et HAZEN.T. (2011). Oil Biodegradation and Bioremediation: A Tale of the Two Worst Spills in U.S. History. *Environ Sci Technol*.686-768 P.

BAHNES.Z. ( 2018). thèse de Doctorat Activation des noyaux de jujube pour l'obtention d'un charbon actif. UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM.1-165 P.

BEN MANSOUR.H, Boughzala .O, Dridi.D, Barillier.D et al. (2011). Les colorants textiles sources de contamination de l'eau : CRIBLAGE de la toxicité et des méthodes de traitement  
Textiles dyes as a source of wastewater contamination: screening of the toxicity and treatment methods.209-238 P.

BENTA HAR.Y. (2016). thèse de doctorat Caractérisation physico-chimique des argiles marocaines : application à l'adsorption de l'arsenic et des colorants cationiques en solution aqueuse. UNIVERSITE DE NICE-SOPHIA ANTIPOLIS - UFR Sciences.1-171 P.

BENTAIBA et KHALAF. (2014). The International Seminar on New and Renewable Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables. Ghardaïa. 101-398P.

BOUCENNA.N. (2016). thèse Magister L'effet des matériaux Hydroxydes Doubles Lamellaires (HDL) sur la capacité d'élimination d'un polluant Application rhéologique.. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.1-104 P.

BIDAUD.C. (2013). Biodégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Approche microbiologique et application au traitement d'un sol pollué. HAL , 15.1-278 P.

CHEDLY.A.(2006). Bioremédiation / Phytoremédiation UNIVERSITE DE TUNIS INSTITUT SUPERIEUR DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION CONTINUE. 1-29 P.

Chimezie et Thomas, 2011. Bioremediation and detoxification of synthetic wastewater containing triarylmethane dyes by *Aeromonas hydrophila* isolated from industrial effluent. *Biotechnology research international*.11P.

ELODIE.G et OTURAN.M. (2004). Le problème de la contamination des eaux par les colorants synthétiques : comment les détruire ? Application du procédé électro-Fenton. 65-69P.

FEDDAL. I. (2016). thèse de doctorat « contribution a l'élimination d'un polluant organique , en milieu hydrique : bleu de méthylène (BM),sur des matériaux argileux modifiés. UNIVERSITE DJILLALI LIABES FACULTE DES SCIENCES EXACTES SIDI BEL ABBES.1-172 P.

FUES.D. (2023). « COLORANTS ». Récupéré sur . Encyclopædia Universalis [en ligne]: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/colorants/5-classification-des-colorants/1-6> P.

HAFIL.M et MANSOUR.M. (2010). thèse de magister.étude de la biosorption de colorants par divers matériaux . Université ABDELHAMID BENBADIS. MOSTAGANEM.1-133P.

KINGSLEY.O, JOSHUA.L , EBUKA.C , OGUNFOWORA.A et LGWEGBE.C. (2021). Adsorption of methyl orange: A review on adsorbent performance. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry (CRGSC)* .865-2666 P.

MARMIER.N. (2016). Caractérisation physico-chimique des argiles marocaines : . l'université UNIVERSITE de NICE- SOPHIA ANTIPOLIS.1-214 P.

Mansour, H. B., Boughzala, O., Dridi, d., Barillier, D., Chekir-Ghedira, L.Mosrati, R. (2011). Les colorants textiles sources de contamination de l'eau :CRIBLAGE de la toxicité et des méthodes de traitement. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 24(3), 209–238 .

OLUSAKIN.P, OMOTOLA.O, OYEWOLA.O et AJIBOYE.O. (2022). Methylene blue dye: Toxicity and potential elimination technology from wastewater. *Results in Engineering (RINENG)* .46-410 P.

RAKOTOBE.R, RANDRIANANTOANDRO.T et RAKOTOARINALA.O (2022). etude de comportement du colorant textile acide bleu 74 dans de le sol par la méthode de lixiviation sur colonne . INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESERCH (IJAR).2320-5407 P.

RICHARD ASPLAND.J, American Association of Textile Chemists and Colorists (1997). Textile dyeing and coloration Research Triangle Park, American Association of Textile,Chemists and Colorists. 1-410 P.

ROOP. K,PURCHASEB. D,GANESH. D, LUIZ.F, CHAUDHERY.M, SIKANDER.I et RAM.N.(2021). Degradation mechanism and toxicity reduction of methyl orange dye by anewly isolated bacterium Pseudomonas aeruginosa MZ520730. Journal of Water Process Engineering.1-29P.

Richard Aspland. J. (1997).Textile Dyeing and Coloration. 410 p.

SADKI.H, Ziat.K et Saidi.M. (2014). Adsorption d'un colorant cationique d'un milieu aqueux sur une argile locale activée (adsorption of dyes on activated local clay in aqueous solution). JMESCEN. 2060-2065 P.

SARATALE (2011). Bacterial decolorization and degradation of azo dyes: a review. Journal of the Taiwan institute of Chemical Engineers.138-157P.

SATYENDRA et MANIKANT, (2017). Microbial strategies for discoloration and detoxification of azo dyes rom textile effluents. Research Journal of Microbiology . 1-19P.

SHAH.M , PATEL.K , NAIR.K et DARJI.A (2013) Microbial decolourization of methyl orange dye by Pseudomonas spp. Oa BIOTECHNOLOGY 1-7P.

VAVASSEUR.A. (2014). Bioremediation of soil and water:application to chemical and nuclear. POLLUTION ATMOSPHERIQUE .18-48 P.

VIKASH.B,KUMAR.V,MANDAVI.G,HIMANSHU.T,RAVI.K,JECHAN.L, TSANG.D,KIM.K,MOHD.S,KUMAR.S , BIRENDRA.N , BALENDU.S , SINGH.R. (2019).biodegradation of methylene bleu dye in a batch and continuous mode using biochar as packing media. ENVIRONMENTAL RESEARCH .356-364 p.

VANHONG.T, JAISOO. K, SOONWOONG. C et CHUNG.W.(2022). Biodegradation of Methylene Blue Using a Novel Lignin Peroxidase Enzyme Producing Bacteria, Named

Bacillus sp.React3, as a Promising Candidate for Dye-Contaminated Wastewater Treatment.MDPI.8-190 P.

YU.J, WANG.X ,YUE.P.(2001).Optimal decolorization and kinetic modeling of synthetic dyes by Pseudomonas strains.1050\_1354P.

ZEGHACHE.H. (2019). thèse de doctorat Etude de l'adsorption des colorants sur un matériau poreux «charbon actif». Université LARBI BEN M'HIDI OUM - BOUAGHI .1-166 P.

