

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM

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

Département de Biologie



Laboratoire :

Antibiotiques Antifongiques : physico-chimie, synthèse et activité biologique

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en Biologie

Domaine : science de la nature et de la vie

Filière : Science biologiques

Option: Biochimie

Thème :

**Dépollution des eaux usées de certains
contaminants chimiques par des biomatériaux.**

Présenté par : M^{elle} : Hellali Soumia

Soutenu le : 23/06/2024

Devant le jury composé de :

Pr. Boucherit-Otmani Zahia	Professeur	Président
Dr. Seghir Abdelfattah	MCA	Examinatrice
Dr. Merghache Djamila	M.C.A	Promotrice

Année universitaire 2023/ 2024

Remerciements

J'adresse mes respectueux remerciements à tous les membres du jury qui m'ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de mon travail. Je suis certain de pouvoir compter sur leurs vastes connaissances et leur esprit critique constructif pour m'aider, par leurs commentaires et leurs discussions, à mieux comprendre certains problèmes rencontrés au cours de ce travail de recherche :

J'adresse mes sincères remerciements à mon encadreur Madame Merghache Djamilia, Maître de Conférences classe A au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers, université Aboubekr Belkaid Tlemcen, d'avoir accepté de m'encadrer et pour sa disponibilité, responsabilité, ses conseils, ses remarques et les suggestions, qui m'avez fait pour compléter ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude et tous mes remerciements à Madame Boucherit-Otmani Zahia, Professeur au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers, Université Aboubekr Belkaid Tlemcen, pour sa disponibilité, ses conseils et ses efforts tout au long de notre cursus. Je la remercie aussi de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Je tiens à exprimer mes vives reconnaissances à Monsieur Seghir Abdelfattah, Maître de Conférences classe A au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers, université Aboubekr Belkaid Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

On tient à remercier Melle Saadi Fatima Zahra, Doctorante en biochimie à laboratoire LAAPSAB pour l'aide durant la partie pratique et leurs conseils

Enfin, j'exprime ma reconnaissance et mon affection à ma famille, mes amis ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont soutenue durant ces années.

Table des matières

Introduction Générale.....	1
I. L'eau et la pollution.....	4
1. Définition de la pollution.....	4
2. La pollution de l'eau	4
3. Classification de la pollution.....	4
3.1. La pollution ponctuelle (directe).....	4
3.2. La pollution diffuse (indirecte).....	5
4. Les principaux polluants des eaux.....	5
5. Les eaux usées.....	6
5.1. Définition des eaux usées.....	6
5.2. Origine des eaux usées.....	7
II. Les colorants.....	7
1. Généralités sur les colorants organiques.....	7
2. Classification des colorants	7
2.1. Les colorants naturels.....	7
2.2. Les colorants synthétiques.....	8
3. Les effets néfastes de l'utilisation des colorants.....	8
3.1. L'eutrophisation.....	8
3.2. La réduction de l'oxygénation.....	8
3.3. La persistance.....	8
3.4. La bio-accumulation.....	8
3.5. L'effet cancérigène.....	9

5.1. Traitement chimique.....	10
5.2. Traitement biologique	10
5.3. Traitement physique par la photo-décoloration et l'adsorption.....	10
Matériel et méthodes.....	12
1. Matériel.....	12
1.2. Matériel biologique.....	12
2. Méthodes.....	12
2. Discussion	20
Conclusion générale.....	25
Références bibliographiques.....	27
Résumé	

Liste des abréviations

AGV :	Acide gras volatile
Al :	Aluminium
Cd :	Cadmium
Fe ⁺³ :	Ion ferrique
Hg :	Mercure
MES :	Matières en suspension
Pb :	Plomb
PCB :	Polychlorobiphényles
UV :	Ultra-violet
Zn :	Zinc

Liste des figures

Figure N°1	Les grands types de pollution et leurs effets sur l'environnement	05
-------------------	---	-----------

Liste des tableaux

Tableau N°1	Principaux types de pollution des eaux continentales, nature des produits polluants et leurs origines.	06
--------------------	--	-----------

Résumé

La pollution des eaux usées par les colorants est l'un des problèmes majeurs qui doivent être résolus de toute urgence, à travers le monde entier. L'élimination des colorants des eaux usées est assurée par diverses méthodes conventionnelles tel que : la coagulation-floculation et l'oxydation.

Mots clés : pollution, colorants, eaux usées.

Introduction Générale

Introduction Générale

En Algérie, l'épuration des eaux usées industrielles rejetées dans la nature est devenue un problème majeur. Certains résidus dangereux peuvent être présents en grandes quantités dans les eaux des industries comme les colorants, qui posent un réel problème toxicologique en affectant l'eau et l'environnement **(Ahmad et coll., 2009)**.

L'industrie de textiles utilise de nombreux types de colorants synthétiques et rejette des eaux usées très colorées, puisque l'absorption de ces colorants par les tissus est très faible. Ces eaux affectent gravement la fonction photosynthétique des plantes. Elles ont également un impact sur la vie aquatique en raison de la faible pénétration de la lumière et de la consommation d'oxygène. Elles peuvent également être mortelles pour certaines formes de vie marine, en raison de la présence de métaux et du chlore dans les colorants synthétiques **(Holkar et coll., 2016)**. Ces derniers, contiennent des noyaux aromatiques difficiles à assimiler et renferment des groupements cancérigènes et mutagènes, sous forme d'électrophiles ou de radicaux, qui attaquent l'ADN et l'ARN en provoquant une altération du génome **(Duclos, 2010)**.

Différents types de procédés physiques, chimiques et biologiques sont appliqués pour la décoloration des effluents des industries de textiles, notamment la coagulation-floculation, l'oxydation et l'échange ionique **(Collivignarelli et coll., 2019)**.

Le processus d'adsorption, qui est la voie majeure utilisée pour la décoloration des eaux contaminées, a démontré une efficacité remarquable dans l'élimination des colorants de diverses natures, notamment les polluants organiques **(N'guettia et coll., 2019)**.

Ces techniques sont très coûteuses et posent des problèmes opérationnels pour les pays en voie de développement leur efficacité reste limitée en raison de la complexité structurale des colorants, qui sont difficilement biodégradables **[(Basibuyuk et Forster, 2003) ; (Sirianuntapiboon et Srisornsak, 2007) ; (Sakr et coll., 2015)]**.

Ce manuscrit est organisé en trois parties, comme suit:

- Une étude bibliographique renfermant des généralités sur la pollution, les eaux usées, leur traitement, les colorants des industries textiles, leur classification et leur toxicité.
- Une étude expérimentale et méthodologique.

Introduction Générale

- Une présentation des principaux résultats rapportés, ainsi que leur discussion.

Cette étude est complétée par une conclusion générale, des suggestions et des recommandations pour une éventuelle amélioration et continuation du travail

Synthèse

Bibliographique

Synthèse bibliographique

I. L'eau et la pollution :

1. Définition de la pollution :

L'environnement est un concept populaire qui s'applique sous différents aspects et reste donc assez vague. Généralement, ce terme fait référence à la vie, à savoir celle des humains, des animaux, des plantes et des micro-organismes. Ces espèces biologiques dépendent les unes des autres de leur environnement, peuvent être affectés par des contaminants des sols et des cours d'eau, appelés polluants, en perturbant leur équilibre naturel (**Bleiefert et Perraud, 2004**).

La pollution peut être définie comme l'introduction des substances nocives ou des polluants dans l'environnement, causant des effets néfastes sur les écosystèmes, la santé humaine et l'économie. Cette définition englobe diverses formes, telles que la pollution de l'air, la pollution de l'eau, la contamination des sols, qui peuvent toutes avoir des répercussions importantes et étendues (**Worku et Tarekegn, 2024**).

2. La pollution de l'eau :

C'est un problème mondial grave qui affecte le bien-être des humains, de la faune et des écosystèmes. Les sources d'eau contaminées peuvent causer de nombreux problèmes de santé, tels que des difficultés gastro-intestinales, des maladies respiratoires et certains types de cancers. Les polluants présents dans l'eau peuvent nuire à la vie aquatique, réduire la biodiversité et endommager les écosystèmes fragiles (**Yadav, 2024**).

La contamination de l'eau fait référence à la présence de composants ou de facteurs chimiques, physiques ou biologiques en provoquant une modification de la qualité de l'eau et elle est étroitement liée aux activités humaines (**Schweitzer et Noblet, 2018**). La croissance démographique, l'industrie et les pratiques agricoles sont les principales causes de la pollution hydrique (**Owa, 2014**).

3. Classification de la pollution:

Le principal critère de classification des pollutions est la répartition géographique :

3.1. La pollution ponctuelle (directe) :

C'est une pollution qui provient d'un seul endroit, comme un point de rejet des eaux usées ou une zone contaminée (**Pierre-Clément, 2011**). La pollution ponctuelle provienne

Synthèse bibliographique

principalement de l'industrie, de l'infiltration de produits toxiques mal stockés, de fuites dans les réservoirs ou d'accidents lors du transport de matières dangereuses (**Atteia, 2005**).

3.2. La pollution diffuse (indirecte) :

Ce sont des pollutions qui prennent naissance sur l'ensemble du territoire et se propagent indirectement dans l'environnement (figure N°1) (**Bouchelaghem, 2012**). Les produits phytosanitaires (nitrate, pesticide et engrais) sont transmis de manière indirecte aux milieux aquatiques (les rivières), par le phénomène de ruissellement, ou les eaux de précipitations sont entraînées dans les eaux souterraines (**Metahri, 2012**).

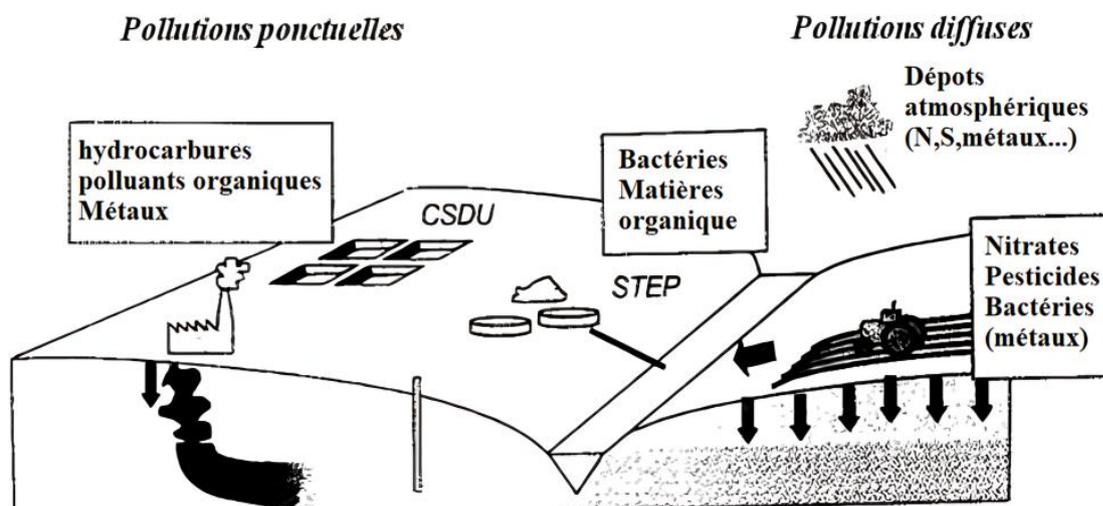


Figure N°1 : Les grands types des pollutions (**Atteia, 2005**).

4. Les principaux polluants des eaux :

Un polluant est un agent chimique de nature organique ou inorganique produit par différentes activités humaines. Cela inclut les solvants, les métaux (Zn, Pb, Cd...), les produits pharmaceutiques, les pesticides, ... (Tableau N°1) (**Benkaddor, 2019**).

Synthèse bibliographique

Tableau N°1 : Principaux types de pollution des eaux continentales, nature des produits polluants et leurs origines (**Lévêque, 1996**).

Types de polluants	Nature	Source
Physique		
Thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques
Radioactive	Radio-isotopes	Installations nucléaires
Chimique		
Fertilisants	Nitrates, phosphates	Agriculture, lessives
Métaux et métalloïdes	Hg, Cd, Pb, Al...	Industries, agriculture, pluies acides.
Pesticides	Insecticides, Herbicides, Fongicides	Agriculture, industries
Organochlorés	Polychlorobiphényle (PCB), solvants	Industries
Détergents	Agents tensio-actifs	Effluents domestiques
Hydrocarbures	Pétrole et dérivés	Industrie pétrolière, transports
Microbiologique		
Microorganismes	Bactéries, virus, champignons	Effluents urbains et d'élevage

5. Les eaux usées :

5.1. Définition des eaux usées :

L'eau usée, également connue sous le nom d'eau résiduaire ou d'effluent, est une eau qui a subi une détérioration après usage. Dans son sens le plus large, la pollution des eaux est définie comme "toute altération des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) qui est directement ou indirectement liée aux activités humaines" (**Attab, 2011**).

Les eaux usées sont des liquides hétérogènes chargés de matières minérales ou organiques, qui peuvent être en suspension ou en solution et dont certains peuvent avoir un caractère toxique. C'est une combinaison de plusieurs types d'eau qui sont transportées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et réutilisées, afin d'éviter la pollution (**Bachi, 2010**).

Synthèse bibliographique

5.2. Origine des eaux usées :

Les eaux usées peuvent avoir quatre origines différentes selon la nature de leurs substances. On distingue les eaux usées domestiques contenant des contaminants variés (déchets biodégradables, détergents, résidus pharmaceutiques, matières organiques et des bactéries fécales) [(Pons et coll., 2008) ; (Elskens, 2010)], les eaux usées industrielles provenant de la fabrication, du nettoyage et du refroidissement des industries (Woodard, 2001), les eaux usées agricoles issues des terres cultivées, riches en engrais nitrifiés et phosphorée (Metahri, 2012) et les eaux usées pluviales chargées d'impuretés de ruissellement (les fumées industrielles et les microparticules) (Ahluwalia et coll. 2007).

II. Les colorants :

1. Généralités sur les colorants organiques :

Les colorants sont des molécules complexes stables et difficiles à décomposer (Arora, 2014). Les industries textiles, pharmaceutiques, alimentaires, cosmétiques, plastiques et papetières utilisent largement ces molécules présentant un pouvoir colorant considérable.

Les colorants sont classés selon leur nature, utilisation et leur structure chimique. Ils sont constitués d'un ensemble groupement appelés chromophores, qui sont responsables de la coloration. Ces composés sont basés sur diverse structures fonctionnelles tels que le groupement azoïque, l'antraquinone, la méthine, le nitro, le carbonyle, ... Les groupes auxochromes est un autre type de chromogène qui peuvent intensifier ou modifier la couleur due au chromophore (Drumond Chequer et coll., 2013).

2. Classification des colorants :

2.1. Les colorants naturels :

Ils sont dérivés de ressources naturelles et peuvent être divisés en colorants végétaux, animaux, minéraux et microbiens selon leurs origines, mais les plantes demeurent la principale source de colorants naturels. Ils sont considérés comme respectueux pour l'environnement car ils sont renouvelables, biodégradables et peuvent être utilisés pour teindre presque tous les types de fibres naturelles et synthétiques (Saxena et Raja, 2014).

Synthèse bibliographique

2.2. Les colorants synthétiques :

Ce sont des composés chimiques qui sont utilisés dans une variété d'industries, telles que les textiles, les cosmétiques, l'alimentation, le cuir, les médicaments et le marquage des carburants (**Bessegato et coll., 2019**).

Ils présentent une grande diversité structurale, à savoir les dérivés azoïques, sulfurés, indigoïdes, qui sont les colorants les plus utilisés à l'échelle industrielle. Cependant, les dérivés azoïques demeurent les colorants les plus utilisés (**Forgacs et coll., 2004**).

3. Les effets néfastes de l'utilisation des colorants :

L'utilisation de colorants peut avoir des conséquences néfastes pour la santé humaine et l'environnement. Les effets liés à l'exposition aux colorants sont :

3.1. L'eutrophisation :

Les colorants, sous l'influence des micro-organismes, produisent des nitrates et des phosphates dans l'environnement naturel, qui peuvent être assimilés par d'autres types de microbes. Lorsqu'ils sont introduits en grande quantité, ils entraînent une prolifération anarchique d'algues dans les cours d'eau et les eaux stagnantes, ce qui entraîne une diminution de l'oxygène en raison de l'inhibition de la photosynthèse profonde.

3.2. La réduction de l'oxygénation :

En présence d'une charge importante de matière organique, les bactéries aérobies consomment une quantité considérable d'oxygène, ce qui entraîne une sous-oxygénation du milieu aquatique, en provoquant la mort par asphyxie de la faune aquatique (**Servais, 1999**).

3.3. La persistance :

Étant donné leur utilisation particulière, les colorants synthétiques doivent satisfaire à plusieurs critères de stabilité qui les rendent résistants aux dégradations biologiques naturelles (**Guivarch et Oturan, 2004**).

3.4. La bio-accumulation :

Le passage d'un membre de la chaîne alimentaire à un autre par la bioaccumulation des polluants toxiques non dégradables, entraîne une augmentation des concentrations de ce

Synthèse bibliographique

dernier jusqu'à des valeurs extrêmement élevées, voire dangereuses chez les différents types de chaînes alimentaires (**Guivarch et Oturan, 2004**).

3.5. L'effet cancérigène :

L'action des microorganismes peut entraîner la décomposition des colorants et entraîne la biosynthèse de certains métabolites plus toxiques (**Brown et Vito, 1993**).

Plusieurs recherches ont démontré que les colorants azoïques ont des effets cancérigènes sur l'homme. Ces effets sont notamment dus à la formation des amines aromatiques par rupture des liaisons azoïques sous l'action enzymatique d'une azoréductase exprimée au niveau du foie (**Faria et coll., 2004**). Les cellules hépatiques convertissent ces composés toxiques en «glucuronide», qui a une grande affinité pour l'ADN et forme des adduits nucléotidiques. Ces derniers sont associés au développement de certains cancers chez la femme, notamment (**Langouët, 2014**).

5. Méthodes d'élimination des colorants textiles dans les eaux usées :

Dans les pays industrialisés, les effluents des usines de colorants et de textiles sont traités par certaines techniques d'élimination avant de quitter l'usine (**Hunger, 2003**). Il s'agit de :

5.1. Traitement chimique :

C'est un traitement qui se déroule par deux types de processus, la floculation qui implique l'ajout des ions ferrique (Fe^{+3}) ou d'aluminium (Al^{+3}) comme agents de décoloration de l'effluent et l'oxydation chimique, qui nécessite l'usage des oxydes forts comme l'ozone, le peroxyde d'hydrogène, le chlore, ou le permanganate de potassium pour accélérer la dégradation [(**Wu et coll., 2008**) ; (**Khouni et coll., 2011**)].

5.2. Traitement biologique :

C'est une technique classique de traitement des effluents colorés, qui se déroule en aérobie et anaérobie. Le traitement biologique est limité à cause de la grande stabilité des colorants, induisant une faible minéralisation. De plus, la complexité structurale des colorants présents dans les effluents textiles montrent une grande résistance aux microorganismes, ce qui limite leur dégradation biologique (**Savin et Butnaru, 2008**).

5.3. Traitement physique par la photo-décoloration et l'adsorption:

Synthèse bibliographique

La photo-décoloration consiste à l'exposition des eaux contaminées par des colorants au rayonnement ultra-violet (UV). Cette lumière peut être liée à divers types de réactions, en apportant des changements structuraux dans les molécules de colorant qui pourraient contribuer considérablement à leur dégradation dans l'environnement **(Hussein, 2012)**.

L'adsorption est une méthode qui permet de transférer le polluant de la phase liquide vers une phase solide. Cette dernière, appelée aussi adsorbant, possède des propriétés spécifiques à adsorber les molécules polluantes **(Adeyemo et coll., 2015)**. Toutefois, l'adsorption ne résout pas le problème, elle ne fait que déplacer la pollution d'une phase à une autre, ce qui par la suite pose un autre problème environnemental **(Mohammed et coll., 2014)**.

Matériel

Et

Méthodes

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire «Antibiotiques Antifongiques : physico-chimie, synthèse et activité biologique », du département de biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers –Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen.

Résultats

Et

Discussion

CONCLUSION

GENERALE

Références

Bibliographiques

Références bibliographique

1. **Adeyemo A. A., Idowu A. O., Olugbenga S. B. (2015)** Adsorption of dyes using different types of clay: a review, *Appl. Water Sci*; 7 : 543-568.
2. **Ahluwalia S. S., et Goyal D. (2007)** Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. *Bioresource technology*, 98 (12): 2243-2257.
3. **Ahmad A., Rafatullah M., Sulaiman O., Ibrahim, M. H., et Hashim, R. (2009)** Scavenging behaviour of meranti sawdust in the removal of methylene blue from aqueous solution. *Journal of hazardous materials*, 170(1): 357-365.
4. **Aksu Z. et Tezer S. (2005)** Biosorption of reactive dyes on the green alga *Chlorella vulgaris*. *Process Biochemistry*, 40(3-4): 1347-1361.
5. **Arora S. (2014)** Textile dyes: it's impact on environment and its treatment. *Bioremed. Biodeg*, 5(3) : 1.
6. **Asitok A., Ekpenyong M., Ogarekpe N., Antigha R., Takon I., Rao, A., ... et Antai S. (2022)** Intracellular-to-extracellular localization switch of acidic lipase in *Enterobacter cloacae* through multi-objective medium optimization: aqueous two-phase purification and activity kinetics. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 38(12) : 235.
7. **Attab S. (2011)** Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local. Mémoire de Magister. Université Kasdi Merbah d'Ouargla.
8. **Atteia O. (2005)** Chimie et pollutions des eaux souterraines. Edition : TEC & DOC.
9. **Bachi O. (2010)** Diagnostique sur la valorisation de quelques plantes du jardin d'épuration de station du vieux Ksar Témacin Ouargla. Mémoire de magister. Université d'Ouargla.
10. **Basibuyuk M.E. et Forster C.F. (2003)** An examination of the adsorption characteristics of a basic dye (Maxilon Red BL-N) on to live activated sludge system. *Process Biochemistry*, 38 (9): 1311-1316.
11. **Belaroui K.A., Seghier et M. Hadjel (2014)** Synthesis of activated carbon based on apricot stones for wastewater treatment. *Desalination and water treatment*. (52) : 1422-1433.
12. **Ben Mansour H., Boughzala O., Dridi D., Barillier D., Chekir-Ghedira L., et 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*, 24(3): 209-238.

Références bibliographique

13. **Benkaddor B. (2019)** Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Cheliff (Algérie). Thèse de doctorat. Université de PERPIGNAN VIA DOMITIA et Université de Mostaganem.
14. **Bessegato G. G., Brugnera M. F., et Zanoni, M. V. B. (2019)** Electroanalytical sensing of dyes and colorants. *Current Opinion in Electrochemistry*, (16) : 134-142.
15. **Bilińska L., Blus K., Gmurek M., et Ledakowicz S. (2019)** Coupling of electrocoagulation and ozone treatment for textile wastewater reuse. *Chemical Engineering Journal*, 358: 992-1001.
16. **Bliefert C., et Perraud R. (2004)** Chimie de l'environnement: air, eau, sols, déchets. Edition : Boeck.
17. **Bouchelaghem S. (2012)** Contribution à l'étude de l'impact d'un engrais couramment utilisé en Algérie (NPK) sur la croissance, le métabolisme et le développement racinaire d'un modèle végétal. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba.
18. **Bridier A., Le Coq D., Dubois-Brissonnet F., Thomas V., Aymerich S., et Briandet R. (2010)** The spatial architecture of *Bacillus subtilis* biofilms deciphered using a surface-associated model and in situ imaging. *Plos one*, 6(1) : 16177.
19. **Brown M. A. et Vito S. C. (1993)** Predicting Azo Dye Toxicity. *Critical Reviews in Environmental Sciences and Technology*, (23): 249-324.
20. **Collivignarelli M. C., Abbà A., Miino M. C., et Damiani S. (2019)** Treatments for color removal from wastewater: State of the art. *Journal of environmental management*, 236: 727-745.
21. **Doğan M., Özdemir Y., & Alkan M. (2007)** Adsorption kinetics and mechanism of cationic methyl violet and methylene blue dyes onto sepiolite. *Dyes and Pigments*, 75(3) : 701-713.
22. **Drumond Chequer F. M., Rodrigues de Oliveira G. A., Anastacio Ferraz E. R., Cardoso J. C., Boldrin Zanoni M. V., Oliveira D. P. D. et Gunay M. (2013)** Textile dyes: dyeing process and environmental impact. Edition: IntechOpen.
23. **Duclos, D. (2010)** La peur et le savoir: la société face à la science, la technique et leurs dangers. Edition : la découverte.
24. **Elass K., Laachach A., Alaoui A., et Azzi M. (2011)** Removal of methyl violet from aqueous solution using a stevensite-rich clay from Morocco. *Applied Clay Science*. 54(1) : 90-96.

Références bibliographique

25. **Elskens M. (2010)** Analyse des eaux résiduaires-Mesure de la pollution.
26. **Faria P. C., Orfao J. M., et Pereira M. F. R. (2004)** Adsorption of anionic and cationic dyes on activated carbons with different surface chemistries. *Water research*, (8) : 2043-2052.
27. **Forgacs E., Cserháti T., et Oros G. (2004)** Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environment international*, (7) : 953-971.
28. **Guivarch E., et Oturan M. A. (2004)** Le problème de la contamination des eaux par les colorants synthétiques: Comment les détruire? Application du procédé électro-Fenton. *L'Actualité chimique*, (277-78) : 65-69.
29. **Holkar C. R., Jadhav A. J., Pinjari D. V., Mahamuni N. M., et Pandit A. B. (2016)** A critical review in textile wastewater treatments: possible approaches. *Journal of environmental management*, 182: 351-366.
30. **Hussein F. H. (2012)** Photochemical treatments of textile industries wastewater, *Advances in Treating Textile Effluent*, 1-29. ISBN: 978-953-307-704-8, InTech
31. **Khouni I., Marrot B., Moulin P., Ben Amar R. (2011)** Decolourization of the reconstituted textile effluent by different process treatments: Enzymatic catalysis, coagulation/flocculation and nanofiltration processes. *Desalination*; 268 : 27–37.
32. **Kim J., Chang S. 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. *Fermentation*, 8(5): 190.
33. **Kishor R., Saratale G. D., Saratale R. G., Ferreira L. F. R., Bilal M., Iqbal H. M., et Bharagava R. N. (2021)** Efficient degradation and detoxification of methylene blue dye by a newly isolated ligninolytic enzyme producing bacterium *Bacillus albus* MW407057. *Colloids and Surfaces B: Bio interfaces*, 206: 111947.
34. **Köhler J. R., Acosta-Zaldívar M., et Qi, W. (2020)** Phosphate in Virulence of *Candida albicans* and *Candida glabrata*. *Journal of Fungi*, 6(2): 40.
35. **Langouët S. (2014)** Le potentiel génotoxique des amines hétérocycliques aromatiques chez l'homme. *Les cahiers de la Recherche: Santé, Environnement, Travail*, (5) : 24-25.

Références bibliographique

- 36. Lemlikchi W. (2012)** Elimination de la pollution des eaux industrielles par différents procédés d'oxydation et de Co précipitation. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.
- 37. Lévêque C. (1996)** Ecosystèmes aquatiques. Edition : Hachette.
- 38. Mabrouk M. E., et Yusef, H. H. (2008)** Decolorization of fast red by *Bacillus subtilis* HM. *J Appl Sci Res*, 4(3): 262-269.
- 39. Mahammedi F. (2017)** Adsorption des polys organiques en solution aqueuse par des argiles naturelles de la région de Tlemcen .Thèse de doctorat. Université Abou bekr belkaid-Tlemcen.
- 40. Merzougui Z. et Addoun F. (2008)** Effect of oxidant treatment of date pit activated carbons application to the treatment of waters. *Desalination*, 1(222): 394-403.
- 41. Metahri M. (2012)** Elimination simultanée de la pollution Azotée et Phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- 42. Mohammed M. A., Shitu A. et Ibrahim A. (2014)** Removal of Methylene Blue Using Low Cost Adsorbent : A Review, *Res. J. Chem. Sci.* 4 : 91–102.
- 43. N'guettia R. K., Aboua N. K., Diarra M., Kpan G. K. K., Soro B. D., Meite L. et Traore K. S. (2019)** Etude de l'influence des paramètres opératoires sur l'élimination de la ciprofloxacine par des matériaux à base d'argile. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(1): 543-556.
- 44. Ogata F., Nagai N., et Kawasaki N. (2017)** Adsorption capability of cationic dyes (methylene blue and methyl violet) onto poly- γ -glutamic acid. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 65(3) : 268-275.
- 45. Owa F. W. (2014)** Water pollution: sources, effects, control and management. *International Letters of Natural Sciences*, (3) : 1-6.
- 46. Pierre-Clément D. A. M. Y. (2011)** Synthèse des connaissances sur l'origine et la disponibilité du cadmium dans les eaux.
- 47. Pons M. N., Belhani M., Bourgois J. et Dupuit E. (2008)** Analyse du cycle de vie. Epuration des eaux usées urbaines. Techniques de l'ingénieur. *Environnement*, 820 : 22.

Références bibliographique

48. Runping H. A. N., Pan H. A. N., Zhaohui C. A. I., Zhenhui Z. H. A. O., et Mingsheng T. A. N. G. (2006) Kinetics and isotherms of neutral red adsorption on peanut husk. *Journal of Environmental Sciences*, 20(9): 1035-1041.
49. Sakr F., Sennaoui A., Elouardi M., Tamimi M. et Assabbane A. (2014) Étude de l'adsorption du Bleu de Méthylène sur un biomatériau à base de Cactus (Adsorption study of Methylene Blue on biomaterial using cactus). *Journal of materials and Environmental Science*, 6(2) : 397-406.
50. Savin I., Butnaru R. (2008) Wastewater characteristics in textile finishing mills, *Environ. Eng. Manag. J.*7: 859–864.
51. Saxena S. et Raja A. S. M. (2014) Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. Edition : Springer Singapore.
52. Schweitzer L. et Noblet, J. (2018) Water contamination and pollution. Edition : Elsevier.
53. Servais P. (1999) La matière organique dans les milieux naturels. Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
54. Sirianuntapiboon S. ET Srisornsak P. (2007) Removal of disperse dyes from textile wastewater using bio-sludge. *Bioresource technology*, 98(5) : 1057-1066.
55. Todkar S., Todkar, R., Kowale L., Karmarkar K. et Kulkarni A. (2012) Isolation and Screening of Antibiotic producing Halophiles from Ratnagri coastal area, *State of Maharashtra. Int J Sci Res*, 2 : 2250-3153.
56. Vaille-Perret E., Motta C. et Jalenques I. (2002) Étude de l'évolution clinique et des modifications de fluidité membranaire chez des patients schizophrènes traités par neuroleptiques. *In Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique* (160) :58-66.
57. Van Hong A., Mitrowska K., et Posyniak A. (2022) Synthetic organic dyes as contaminants of the aquatic environment and their implications for ecosystems: A review. *Science of the total environment*, (717), 137222.
58. Veyret R., Elaissari A. et Delair T. (2006) Polyelectrolyte functionalized magnetic emulsion for specific isolation of nucleic acids. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 53(1): 78-86.
59. Veyret R., Elaissari A., Marianneau P., Sall, A. A., et Delair T. (2005) Magnetic colloids for the generic capture of viruses. *Analytical Biochemistry*, 346(1): 59-68.

Références bibliographique

60. Wang P., Ren D., He D., Fu W., Wangin J., et Gu M. (2014) An easily sedimentable and effective TiO₂ photocatalyst for removal of dyes in water. *Separation and Purification Technology*. (122) : 128-132.
61. Wang Y., Jiang, L., Shang, H., Li, Q., et Zhou, W. (2020) Treatment of azo dye wastewater by the self-flocculating marine bacterium *Aliiglaciecola lipolytica*. *Environmental technology & innovation*, 19: 100-810.
62. Wanyonyi W. C., Onyari J. M., Shiundu P. M., et Mulaa F. J. (2017) Biodegradation and detoxification of malachite green dye using novel enzymes from *Bacillus cereus* strain KM201428: kinetic and metabolite analysis. *Energy Procedia*, 119: 38-51.
63. Woodard F. (2001) Industrial waste treatment. Edition : handbook.
64. Worku M., Taw, T. B. et Tarekegn M. (2024) Valuation of Environmental Amenity and Pollution. *Environmental Science and Economics*, (16): 2832-6032.
65. Wu C.H., Kuo C.Y., Chang C.L. (2008) Decolourization of CI Reactive Red 2 by catalytic ozonation processes, *J. Hazard. Mater* ; 153 1052–1058.
66. Yadav S. C. (2024) Water Pollution: The Problems and Solutions. *Science Insights*, 44(2): 1245-1251.
67. Zhenwang L., Zhenlu C. ET Jianyan L. (2000) The PT dye molecular structure and its chromophoric luminescences mechanism. In 15th World Conference on Non-Destructive Testing.

