



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Echahid Hamma Lakdhar- EL Oued



Faculté de la Technologie
Département de Génie des Procédés et Pétrochimie

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

Présenté par :

DAHBI Issam

MIM Mohamed Amine

Thème

**Etude de l'application des composés organique pour le
procédé de traitement des eaux de rejets industriels**

Soutenue le :04/06 /2024
Devant le jury composé de :

Mr. AHMOUDA Kaouthar

Université d'El-Oued

Président

Mr. GUERRAM Abdelmadjid

Université d'El-Oued

Examineur

Mr. BELGHIT Med Yazid

Université d'El-Oued

Encadreur

Année universitaire 2023/2024



REMERCIEMENT

Tout d'abord, nous remercions Allah Tout-Puissant, qui m'a donné le courage et la patience de compléter cette note. Je suis heureux de donner ce succès à ma mère et à mon père, qui m'ont été d'une grande aide et d'un grand soutien tout au long de ma carrière universitaire. Et à toute ma famille et mes amis.

DAA Bi Issam

REMERCIEMENT

Cette dissertation est dédiée à mon cher père défunt qui, bien qu'il soit décédé, reste vivant dans mon cœur et mes souvenirs. Il m'a soutenu à travers chaque succès que j'ai accompli en croyant en moi. À ma chère mère, qui a été mon pilier de force, de soutien et d'inspiration dans ce travail ; merci pour ton amour et ton dévouement qui ont constamment alimenté ma détermination. Ta présence continue à mes côtés est appréciée avec reconnaissance, car c'est ce qui a rendu ce succès possible. À vous deux, toute mon acceptation et ma gratitude.

Mim Mohammed Amine

DEDICACES

Dieu merci, nous avons réussi à terminer ce mémoire. De cette tribune, je tiens à remercier le **Dr Yazid belghit**, qui nous a guidés tout au long de ce travail et nous a aidés à surmonter les difficultés et tous les obstacles. Je voudrais également mentionner la **Miss Abir Ben Aissa**, qui nous a apporté aide et assistance pour faire de ce travail un succès, en lui souhaitant du succès dans son parcours éducatif. Nous remercions également nos professeurs de la **Faculté de Technologie**, du **Département Génie des procédés** de l'**Université Hama Lakhdar** et tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce succès. Et merci

Résumé

L'utilisation de composés organiques pour nettoyer les eaux usées industrielles constitue l'une des stratégies les plus polyvalentes et les plus efficaces pour faire face aux défis environnementaux imposés par une gamme aussi large d'effluents polluants. La recherche doit être continue en ce qui concerne l'optimisation des processus impliqués, leur efficacité potentielle et la minimisation autant que possible des coûts et de l'impact environnemental.

Il donne un aperçu des fonctions des composés organiques dans le traitement des eaux industrielles et, dans un deuxième temps, quelques solutions prometteuses pour un avenir plus durable. Dans ce travail, nous avons analysé des études antérieures de certains chercheurs sur le sujet.

Mots-clés :

Étude, application, composés organiques, traitement, rejets industriels

ملخص:

يعد استخدام المركبات العضوية لتنظيف مياه الصرف الصناعي أحد أكثر الاستراتيجيات تنوعًا وفعالية للتعامل مع التحديات البيئية التي تفرضها هذه المجموعة الواسعة من النفايات السائلة الملوثة. يجب أن يكون البحث مستمرًا فيما يتعلق بتحسين العمليات المعنية وفعاليتها المحتملة وتقليل التكاليف والأثر البيئي قدر الإمكان.

ويقدم لمحة عامة عن وظائف المركبات العضوية في معالجة المياه الصناعية، وثانيًا، بعض الحلول الواعدة لمستقبل أكثر استدامة. قمنا في هذا العمل بتحليل دراسات سابقة لبعض الباحثين عن الموضوع.

الكلمات المفتاحية:

المركبات العضوية، النفايات السائلة الصناعية، معالجة مياه الصرف الصناعي.

Sommaire

INTRODUCTION GENERAL	2
CHAPITRE I	4
<i>Les différents types des rejets industriels et leurs origines</i>	4
I.1 Introduction	2
I.2. Classification des rejets industriels :	3
I.2.1. Selon sa condition physique :	3
I.2.1.1. Rejets gazeux :	3
I.2.1.2. Rejets liquides :	3
I.2.1.3. Rejets solides :	4
I.2.2. Selon leur impact sur l'environnement et les organismes :	4
I.2.2.1. Rejets dangereux :	4
I.2.2. Rejets non dangereux :	4
I.3. Nature des effluents :	4
I.4. Origine des effluents :	5
I.4.1. Effluents de fabrication :	5
I.4.2. Effluents particuliers :	5
I.4.3. Effluents des utilités :	6
I.4.4. Rejets occasionnels :	6
I.4.5. Nature des pollutions :	6
I.4.6. . Eléments insolubles séparables physiquement avec ou sans floculation :	6
I.4.7. Eléments organiques séparables par adsorption :	6
I.4.8. Eléments séparables par précipitation :	6
I.4.9. Eléments séparables par dégazage ou strippage :	6
I.4.10. Eléments pouvant nécessiter une réaction d'oxydoréduction :	7
I.4.11. Eléments concentrables par échange d'ions ou par osmose inverse :	7
I.4.12. Eléments biodégradables :	7
I.4.13. Eléments oxydables par oxydant fort (O_3, $O_3 + H_2O_2$):	7

I.5. Caractéristiques des eaux industrielles :	7
I.5.1. La pollution liée aux activités industrielles peut avoir diverses origines :	7
I.6. Caractéristiques des rejets selon les différentes activités industrielles :	8
I.6.1. Industrie métallurgique et chimique :	8
I.6.1.1. Industrie métallurgique :	8
I.6.1.2. Pétrochimie et raffinage :	8
I.6.1.3. Industrie chimique fine et pharmaceutique :	8
I.6.2. Différents types de rejets industriels :	8
I.7. Gestion des rejets industriels liquides :	11
I.7.1. Elaboration des études préliminaires :	11
I.7.1.1. Classification des rejets liquides :	11
I.8. Gestion environnementale des rejets :	11
I.9. Analyse en laboratoire :	12
I.10. Conclusion	13
LES REFREANCE	14
CHAPITRE III	16
Contexte et législation réglementaire des effluents	16
II.1 Introduction	17
II.2. Définition les effluents industriels :	18
II.3. Source des effluents industriels :	18
II.3.1. Effluents de fabrication ou de procédés :	18
II.3.2. Eaux de lavage des sols et des machines :	18
II.3.3. Effluents des utilities :	18
II.4. Impacts des effluents industriels :	19
II.5. Contexte règlementaire :	19
II.6. Les normes de rejet industriels :	20
II.7. Type de normes :	22
II.7.1. . Normes basées sur la concentration :	22
II.7.2. Normes basées sur la charge :	22
II.7.3. Normes basées sur les effets :	22

II.7.4. Normes sectorielles :	22
II.7.5. Normes internationales :	22
II.8. Paramètres réglementes :	23
II.8.1. Paramètres généraux :	23
II.8.2. Paramètres spécifiques :	23
II.9. Conclusion	24
LES REFERENCE	25
CHAPITRE III	27
<i>Etude de cas « L'utilisation des composés organique pour le processus de traitement des rejets industriels»</i>	27
III.1. Introduction	28
III.2. Méthodes de traitement des eaux industrielles :	29
III.3. Comparaison des différents types de filtration :	29
III.4.Methodes de traitement physiques ou mécaniques :	29
III.5.Méthodes de traitement chimique :	30
III.6.Méthodes de traitement biologique :	30
III.7. Séparation des huiles :	31
III.7.1. Séparateur d'huile API :	32
III.8.Les composés organiques utilise dans le traitement des eaux de rejets industriels :	32
III.8.1.Poly aluminium chloride (PAC) :	32
III.8.1.1.Les avantages du produit chimique de traitement de l'eau PAC :	33
III.8.1.2.Les types de poly Aluminium chlorudes :	34
III.8.1.3.Le mécanisme d'action de PAC compose :	35
III.8.2.Polyacrylamide :	36
III.8.2.1.Les types de polyacrylamide et Application :	36
III.8.2.1.1. Polyacrylamide anionique (APAM)	36
III.8.2.1.2. Polyacrylamide cationique (CPAM)	37
III.8.2.1.3. Polyacrylamide non ionique (NPAM)	37
III.8.3.Demulsifier :	39
III.8.3.1.Méthode d'utilisation de demulsifier :	39

III.8.3.2.Types de Demulsifier :	40
III.8.3.3.Le mécanisme d'action des demulsifiers composes :	41
III.8.4.Le bases de schiff	41
III.8.4.1.Définition :	41
III.8.4.2.Applications de base de Schiff dans le traitement des eaux liquides industrielles :	42
III.8.4.3.Exemples d'applications de la base Schiff dans le traitement industriel de l'eau liquide :	43
III.8.4.3.Avantages de l'utilisation de la base Schiff dans le traitement industriel de l'eau liquide :	44
III.9.Conclusion	46
LES REFERENCE	47
CHAPITRE IV	50
<i>Partie appliquée des études précédentes de certains chercheurs</i>	50
IV.1.Introduction :	51
IV.2.LES ÉTUDES PRECEDENTES	52
IV.2.1. Étude de Hugo Schiff (1880) :	52
IV.2.2. Étude de Muhammad Saleh Salga et al. (2018):	52
IV.2.3. Étude de A.S. Abdul (2019):	52
IV.2.4. Étude de Preeti Sharma et al. (2020):	53
IV.2.5. Étude de A. Naeimi et al. (2021) :	54
IV.2.6. Étude de Al-Mosawi Fatima Husham et al (2022):	54
IV.2.7. Étude de Xu Zhang et al. (2022):	55
IV.2.8. Étude de Huda Y. Sharef et al (2022) :	55
IV.2.9. Étude de Noreen Khan et al 2023:	56
IV.3. Comparaison des résultats :	57
IV.4.Conclusion :	58
LES REFERENCE	59

LISTE DE FIGURE ET TABLEAU

Figure

Figure 1: Rejets gazeux	3
Figure 2: Rejets liquides	3
Figure 3: Rejets solides	4
Figure 4: Séparateur d'huile rectangulaire de type.....	32
Figure 5: Séparateur d'huile circulaire de type	32
Figure 6 : Poly aluminium Chlorured	33
Figure 7: Type Poudre de chlorure de poly aluminium PAC	34
<i>Figure 8 : Schéma illustratif du mode d'action d'un compose PAC.....</i>	<i>35</i>
Figure 9 : polyacrylamide	36
Figure 10 : Demulsifer.....	39
Figure 11: Exemple d'émulsion eau-huile avant et après séparation	40
Figure 12: Schéma illustratif du mode d'action d'un compose demulsifiers	41
<i>Figure 13: Structure générale d'une base de Schiff [31]</i>	<i>42</i>
Figure 14: les méthodes de traitement des eaux usées industriels	44
Figure 15: Technologie d'élimination des métaux lourds	45

Tableau

<i>Tableau 1: Différents types de rejets industriel.....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 2: Valeurs Limites des Paramètres de Rejets d'effluents liquides Industriels</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 3: Comparaison des différents types de filtration</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 4 :de Spécifications Techniques</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 5:Spécifications Techniques Du Polyacrylamide</i>	<i>38</i>

INTRODUCTION

GENERAL

INTRODUCTION GENERAL

Les procédés industriels vont conditionner la nature des rejets liquides et gazeux qui ont des impacts non négligeables sur l'environnement et sur la santé publique. On parle beaucoup des gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone, le protoxyde d'azote, le méthane ... et de leurs effets directs ou non sur le changement climatique, on parle de la dégradation de la couche d'ozone due en particulier aux chlorofluorocarbones et aux halons, on discute de l'effet des métaux lourds tels que le mercure et le plomb sur la santé publique, on déplore les grandes catastrophes écologiques dues aux naufrages de pétroliers, on s'exclame devant nos plages envahies par des algues à cause de l'eutrophisation, mais on ne parle pas de la pollution diffuse qui cause pourtant autant de dommages au milieu naturel. Certes les effluents urbains sont en France traités avant le rejet dans les milieux récepteurs et le traitement des eaux résiduaires non urbaines est aujourd'hui une préoccupation majeure des industriels qui sont soumis à une réglementation de plus en plus exigeante. Mais de par la composition des rejets et des propriétés chimiques des molécules qui les composent, il n'est pas toujours facile de les traiter. [1]

De plus très souvent des sous-produits apparaissent qui sont parfois plus toxiques que la molécule mère et nous ne savons pas toujours les éliminer. C'est le cas par exemple des trihalométhanés. Parfois les résidus de dégradation des

eaux demandent un traitement très coûteux : il en est ainsi de l'élimination des boues issues du traitement des effluents qui représente une part importante du budget consacré à l'environnement.

En ce qui concerne les traitements actuels des effluents aqueux on peut distinguer les traitements biologiques et les traitements physico-chimiques. Les traitements biologiques sont à privilégier si l'effluent renferme de la matière organique partiellement biodégradable, sinon un traitement physico-chimique sera appliqué. Actuellement on travaille sur le couplage des traitements physico-chimiques et biologiques. [2]

CHAPITER I

**Les différents types des rejets industriels et leurs
origines**

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

I.1. Introduction

Les nouvelles techniques et méthodes de traitement des eaux usées industrielles ont évolué rapidement ces dernières années, dépassant les traitements des eaux usées.

L'installation et la concentration des eaux usées industrielles varient d'une industrie à l'autre et d'une usine à l'autre dans la même industrie et de temps à autre dans la même usine.

Cette différence a mis au défi les ingénieurs et les techniciens en traitement de l'eau d'adopter des méthodes et des technologies qualitatives pour traiter les eaux usées industrielles dans le cadre de la gestion environnementale.

Le traitement des eaux usées industrielles ne peut pas être séparé de la gestion de la pollution industrielle ou de la gestion des déchets industriels. Contrairement au traitement des eaux usées, un travailleur de l'industrie peut exercer un certain contrôle sur la quantité et la qualité des eaux usées en choisissant bien les matières premières et les méthodes de fabrication.[3]

Les eaux usées industrielles contiennent une gamme de déchets industriels de différentes sources et de nature variable et certains contiennent des métaux lourds et des déchets dangereux qui peuvent s'accumuler dans les eaux souterraines et avoir des conséquences pour les humains, D'autres contiennent des colorants et des résidus de tannerie contenant des nitrates, des coupes de beurre, du plomb, du cadmium, des populations, du chrome, des solvants organiques, des substances pétrolières, des polluants phénoliques toxiques et cancérigènes si leur concentration dépasse les limites autorisées.[4]

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

I.2. Classification des rejets industriels :

I.2.1.Selon sa condition physique :

I.2.1.1.Rejets gazeux :

Comprend de nombreux gaz et des émanations d'oxydes métalliques.



Figure.I.1: Rejets gazeux[5]

I.2.1.2. Rejets liquides :

Comprend de nombreux composés chimiques tels que les solvants acides, alcalins et chimiques, ainsi que l'eau contenant des oxydes métalliques sous leur forme dissoute.



Figure.I.2: Rejets liquides [6]

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

I.2.1.3.Rejets solides :

Tels que les plastiques, les métaux, le sable utilisés dans les procédés de coulée de métaux et le papier utilisé dans les emballages ou résultant d'activités de bureau.



Figure. I.3: Rejets solides [7]

I.2.2.Selon leur impact sur l'environnement et les organismes :

I.2.2.1.Rejets dangereux :

- ✓ Inflammabilité, facilement enflammée à des températures normales.
- ✓ Chimiquement actif : Réagit chimiquement facilement.
- ✓ Corrosif : Capable de résoudre différents métaux tels que les acides et les bases (règles).
- ✓ Toxique : empoisonnement de divers organismes, tels que les peintures dont le plomb entre dans leur composition.
- ✓ Radioactif : En raison de son efficacité radioactive, il comprend les déchets des réacteurs nucléaires et des industries, ainsi que certains types de rejets médicaux provenant des traitements par radio-isotopes. [8]

1.2.2. Rejets non dangereux :

- ✓ Rejets qui n'ont aucune des qualités précédente[9]

I.3. Nature des effluents :

Alors que les rejets domestiques présentent des caractéristiques relativement similaires, l'extrême diversité des eaux résiduaires industrielles (ERI) nécessite une investigation propre à chaque type d'industrie et souvent le recours à des procédés spécifiques.

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

Outre les données analytiques indispensables, il est fondamental d'être bien informé sur les procédés de fabrication et l'organisation des circuits pour comprendre les besoins et décider d'un traitement satisfaisant. On trouvera au chapitre processus industriels et traitements des effluents résiduels, de nombreux exemples de chaînes de traitement de ces mêmes effluents organisés industrie par industrie.[10]

I.4. Origine des effluents :

Quatre grandes catégories de rejet peuvent être distinguées dans l'industrie :

I.4.1.Effluents de fabrication :

La plupart des procédés conduisent à des rejets polluants qui proviennent du contact de l'eau avec des gaz, liquides ou solides.

Les rejets sont soit continus, soit discontinus. Ils peuvent même n'être produits que durant quelques mois par an (campagne dans l'industrie agroalimentaire : deux mois en sucrerie de betteraves par exemple).

Généralement, les flux de pollution sont connus si les fabrications sont régulières, mais si les industries travaillent par campagnes spécifiques (chimie de synthèse, pharmacie, parachimie) l'analyse des rejets est plus difficile, ceux-ci évoluant constamment.

La présence de bassins d'homogénéisation est donc indispensable, ils servent également à alimenter les traitements, en particulier biologiques, en cas d'arrêt de production.[11]

I.4.2.Effluents particuliers :

Certains effluents sont susceptibles d'être ségrégés :

- ✓ Soit pour subir un traitement spécifique avec éventuellement récupération de matières premières et/ou d'eau recyclable en fabrication ;
- ✓ Soit dirigés vers un bassin de stockage pour être réinjectés à débit pondéré dans le circuit de traitement (au besoin après prétraitement).
- ✓ Tel est le cas des :
 - ✓ Bains de décapage et galvanoplastie ; soudes usées ; eaux ammoniacales de cokerie ;
 - ✓ Condensats de papeterie, « eaux mères » des industries agroalimentaires et chimiques ;
 - ✓ rejets toxiques et rejets concentrés.[12]

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

I.4.3.Effluents des utilités :

- ✓ Eaux Vannes (cantinas...) ;
- ✓ Eaux de chaufferie (purges chaudière, éluats de régénération) ;
- ✓ Boues du traitement des eaux d'appoint ;
- ✓ purges d'eaux de réfrigération.[13]

I.4.4.Rejets occasionnels :

Ceux-ci ne doivent pas être oubliés, ils peuvent correspondre :

- ✓ À des fuites accidentelles de produits lors de leur manutention ou de leur stockage ;
- ✓ À des eaux de lavage de sols ou d'outils de production ;
- ✓ à des eaux polluées, dont celles d'orage qui peuvent causer aussi une surcharge hydraulique.[14]

I.4.5.Nature des pollutions :

Les apports significatifs de pollution énumérés ci-après sont classés en fonction des modes de traitement dont ils sont justiciables.[15]

I.4.6.. Eléments insolubles séparables physiquement avec ou sans floculation :

- ✓ Matières flottantes (graisses, hydrocarbures aliphatiques, goudrons, huiles organiques, résines...)
- ✓ matières en suspension (sables, oxydes, hydroxydes, pigments, soufre colloïdal, latex, fibres, adjuvants de filtration...).[16]

I.4.7.Eléments organiques séparables par adsorption :

- ✓ colorants, détergents, composés phénolés, dérivés nitrés, dérivés chlorés [17]

I.4.8.Eléments séparables par précipitation:

- ✓ Métaux : Fe, Cu, Zn, Ni, Al, Hg, Pb, Cr, Cd, Ti, précipitables dans une certaine zone de pH, sulfures ;
- ✓ anions : PO_4^{3-} SO_4^{2-} , NO_3^- , F^- .[18]

I.4.9.Eléments séparables par dégazage ou strippage :

- ✓ H_2S , NH_3 , SO_2 , CO_2 , phénols, hydrocarbures légers ou aromatiques, dérivés chlorés.[19]

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

I.4.10.Eléments pouvant nécessiter une réaction d'oxydoréduction :

- ✓ CN, Cr (VI), S^{2-} , Cl_2 , NO_2^- . Acides minéraux et bases.
- ✓ Acides chlorhydrique, nitrique, sulfurique et fluorhydrique.
- ✓ bases diverses.[20]

I.4.11.Eléments concentrables par échange d'ions ou par osmose inverse :

- ✓ Radionucléides tels que I^* , Mo^* , Cs^* ;
- ✓ sels d'acides et de bases fortes, composés organiques ionisés (échange d'ions) ou non (osmose inverse).[16]

I.4.12.Eléments biodégradables :

Par exemple sucres, protéines, phénols. Après acclimatation, certains composés organiques tels que formol, aniline, détergents et même hydrocarbures aromatiques peuvent être biodégradés ainsi que certains composés minéraux ($S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-}).[21]

I.4.13.Eléments oxydables par oxydant fort (O_3 , $O_3 + H_2O_2$):

Nombreux composés organiques plus ou moins adsorbables : pesticides, composés macromoléculaires, HAP, PCB..., détergents.[22]

I.5. Caractéristiques des eaux industrielles :

Les eaux usées industrielles sont très variables quant à la composition et au débit, et les caractéristiques physiques et chimiques des effluents produits sont aussi différentes que les industries d'où ils proviennent. Les eaux industrielles présentent un niveau de pollution supérieur à celui des eaux domestiques, pouvant contenir des polluants de nature très différente, hautement toxiques et difficiles à éliminer.[23]

I.5.1.La pollution liée aux activités industrielles peut avoir diverses origines :

- ✓ Pollution provoquée par l'obtention de matières premières, y compris les dommages environnementaux causés par l'extraction et le transport de matières premières non renouvelables et de matériaux recyclés, nécessaires à la production.
- ✓ Pollution due au processus, provoquée dans celui-ci et par le processus de production lui-même.

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

- ✓ Pollution due au produit, comprenant les dégâts à l'environnement du fait de l'utilisation quotidienne du produit.
- ✓ Pollution résiduelle qui comprend le rejet final des produits en fin de vie. [24]

I.6. Caractéristiques des rejets selon les différentes activités industrielles :

Nous approfondirons ci-après les activités industrielles les plus courantes et les mieux implantées qui contribuent au rejet d'eaux industrielles :

I.6.1. Industrie métallurgique et chimique :

I.6.1.1. Industrie métallurgique :

Ces process émettent généralement des restes de graisses, détergents, métaux, acides et substances de base. Les déchets sont peu biodégradables et à fort potentiel toxique pour les systèmes d'assainissement. [25]

I.6.1.2. Pétrochimie et raffinage :

Elles provoquent des débits très variables et la pollution est liée à des déversements. Les déchets présentent une forte pollution par hydrocarbures, ainsi que des concentrations élevées en DCO, DBO, toxicité, solides en suspension, métaux lourds, huiles, graisses, etc. [26]

I.6.1.3. Industrie chimique fine et pharmaceutique :

Les polluants sont émis par les différentes réactions chimiques, le lavage du produit et le nettoyage des installations et des emballages. Parmi les polluants les plus récurrents, nous retrouvons les suivants : éléments organiques, sels solubles, phosphore, ammoniac et azote, huiles et graisses, phénols et métaux lourds. [27]

I.6.2. Différents types de rejets industriels :

Le tableau .1 présente les rejets de divers secteurs industriels. il n'existe donc pas un seul type d'effluent à traiter, mais différents types possédant chacun ses propres caractéristiques et exigeant des procédés adaptés de traitement.

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

Tableau.I.1: Différents types de rejets industriel [28]

Secteur industriel	Origine des effluents polluants	Caractéristiques des rejets
Sucreries	Lavage des betteraves	Forte concentration en matières Organiques dissoutes et en Suspension (sucres et protéines)
Huilleries, margarineries	Extraction et raffinage	Matières grasses, acidité et salinité fortes et teneur élevée en matières organiques
Hydrométallurgie (aluminium, zinc, plomb)	Caséification de la bauxite. Électrolyse. Lixiviation de la blende	Eaux alcalines ou acides. Présence de fluor et des métaux
Colorants de synthèse	Colorants animiques et nitrés	Eaux fortement acides, phénols, dérivés nitrés, DCO élevés
Traitement de surfaces métalliques	Décapage, phosphatation, revêtements électrolytiques, anodisation, peinture, électrophorèse	Eaux acides ou alcalines, chromates, cyanurées, fluorées, chargées de produits d'attaque, (Fe, Cu, Al,) pigments, tensio-actifs
Industries du cuir, tanneries	Reverdissage, planage, trempage,	Teneurs élevées en matières sèches

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

	délainage, package des peaux. Bains de tannage et de teinture	totales, dureté, sels, sulfures, chrome, chaux précipitée et matières organiques
Industrie automobile	Préparation surfaces métalliques, finition peinture	Matières en suspension, huiles, hydrocarbures, produits
Blanchisserie	Lavage de tissus	Teneur élevée en alcalinité et en matières organiques ; détergents
Papiers et cartons	Opérations de fabrication sur Machine, dosage et mélange	Eaux blanches et organiques, fibres, Alumine, titane, kaolin, baryte, pigments, latex et sels de mercure
Sidérurgie	Lavage de gaz de hauts- fourneaux et eaux de granulation de laitier	Eaux neutres chargées en cyanures et/ou en sulfures

I.7. Gestion des rejets industriels liquides :

I.7.1.Elaboration des études préliminaires :

I.7.1.1.Classification des rejets liquides :

Cette classification dépend des composants du système d'assainissement à déployer, de la disponibilité de systèmes de traitement modernes ou de l'existence de produits chimiques indépendants les unités de traitement de la qualité physique qui contrôlent le pH de l'eau et ajoutent des composés chimiques pour éliminer certaines substances inorganiques. Ces procédures doivent être respectées lors de la détermination des concentrations acceptables de substances non organiques autorisées à être déployées dans les canaux de drainage.[29]

- ✓ La classification des déchets comme première étape de l'étude préliminaire environnementale permet
- ✓ Inventaire des contaminants attendus dans l'installation, qui est l'étape la plus importante de la gestion environnementale.

Choisissez le type de processus de traitement nécessaire.

Les jurés industriels peuvent généralement être classés en fonction de leur état physique en résidus solides-liquides-gaz, et d'un point de vue environnemental classés comme :

- ✓ Les résidus qui ne nécessitent aucun traitement spatial mais sont collectés et déportés après tri selon leur nature (papier, plastique, verre...) A éliminer par les autorités concernées en matière d'hygiène.
- ✓ Les résidus contaminés doivent être traités avant leur élimination.[30]

I.8. Gestion environnementale des rejets :

Il vise à : - développer des procédures pour réduire la pollution à la source.

Créer une base de données DATA pour les déchets industriels liquides afin d'élaborer un programme de gestion intégrée qui fonctionne sur :

- ✓ Surveillez et réduisez le taux de consommation d'eau.
- ✓ Surveiller le débit (générer) des résidus liquides contaminés et, dans la mesure du possible, les réduire.
- ✓ Effectuer des enquêtes sur le terrain (sur les lignes de production) pour surveiller la consommation d'eau entrante et générer l'eau résultante dans chaque processus industriel détaillé et pendant un cycle de production complet.

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

- ✓ Surveiller la récupération du processus en suivant les résultats de l'analyse en laboratoire et en travaillant à d'autres systèmes de traitement.
- ✓ Tirer parti des expériences similaires des entreprises industrielles pour obtenir des valeurs comparatives.[31]

I.9. Analyse en laboratoire :

Quelle que soit la nature du produit industriel, plus la quantité de résidus liquides est importante, plus il est nécessaire d'avoir un laboratoire chimique compétent pour, outre ses autres fonctions :

- ✓ Effectuer une analyse de l'eau avant et après le traitement selon des méthodes d'analyse et de mesure normalisées, fiables ou certifiées, y compris des essais de compression pour enlever les suspensions solides - détermination de la courbe du pH moyen pour modifier l'eau contaminée étude des métaux lourds dans l'eau contaminée - essais de biodégradation-DBO-DCO-ST-etc.
- ✓ Prélever des échantillons d'eau dans les chaînes de production pour étudier les contaminants.
- ✓ Suivi de ces analyses dans d'autres laboratoires chimiques si les dispositifs nécessaires ne sont pas disponibles.[32]

I.10. Conclusion

La diversité des rejets industriels et leurs origines soulignent la complexité des défis environnementaux auxquels nous sommes confrontés. Comprendre ces types de rejets est essentiel pour développer des stratégies efficaces de réduction de la pollution et de préservation de l'écosystème. Des mesures réglementaires, technologiques et sociales sont nécessaires pour atténuer leur impact néfaste sur l'environnement et la santé humaine, tout en promouvant des pratiques industrielles plus durables et respectueuses de la planète.[33]

LES REFERENCE

1. Blais, J.-F., S. Dufresne, and G. Mercier, *État du développement technologique en matière d'enlèvement des métaux des effluents industriels*. Revue des sciences de l'eau, 1999. **12**(4): p. 687-711.
2. Hammami, S., *Étude de dégradation des colorants de textile par les procédés d'oxydation avancée. Application à la dépollution des rejets industriels*. 2008, Université de Marne la Vallée.
3. Philippot, M., et al., *Caractérisation de l'écotoxicité des rejets liquides des laboratoires de biologie médicale*. Revue des sciences de l'eau, 2016. **29**(3): p. 303-314.
4. Chebbo, G., *Solides des rejets pluviaux urbains: caractérisation et traitabilité*. 1992, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
5. Laforest, V., J. Bourgois, and R. Hausler, *Traitements chimiques et physico-chimiques des rejets industriels dangereux liquides*. 2020.
6. Grisey, E., *Impact de l'évolution des déchets d'une installation de stockage de déchets non dangereux sur l'environnement*. 2013, Thèse de Doctorat de l'Université de Franche-Comté. 214p.
7. Dongo, K.R., et al., *Impacts des effluents liquides industriels sur l'environnement urbain d'Abidjan-Côte D'Ivoire*. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 2013. **7**(1): p. 404-420.
8. Madhav, S., et al., *A review of textile industry: Wet processing, environmental impacts, and effluent treatment methods*. Environmental Quality Management, 2018. **27**(3): p. 31-41.
9. Bertron, A., *Durabilité des matériaux cimentaires soumis aux acides organiques: cas particulier des effluents d'élevage*. 2004, Toulouse, INSA.
10. FAROLFI, S., et al., *Gestion territoriale d'effluents d'élevage à l'île de la Réunion*. 2002.
11. de Lescure, E., *Les formateurs d'adultes et leur professionnalisation: du rejet à la fascination. Un exercice de rétroduction (1960-2000)*. Pour une histoire de la formation, 2008: p. 89-109.
12. Heaton, T.H., *Isotopic studies of nitrogen pollution in the hydrosphere and atmosphere: a review*. Chemical Geology: Isotope Geoscience Section, 1986. **59**: p. 87-102.
13. Crini, G., A.J. Montiel, and P.-M. Badot, *Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés membranaires, bioadsorption et oxydation chimique*. 2007: Presses Univ. Franche-Comté.
14. Idris, A., et al., *Kinetic and regeneration studies of photocatalytic magnetic separable beads for chromium (VI) reduction under sunlight*. Journal of Hazardous Materials, 2011. **186**(1): p. 629-635.
15. Tyrpekl, V., et al., *Magnetically separable photocatalytic composite γ -Fe₂O₃@ TiO₂ synthesized by heterogeneous precipitation*. Applied Surface Science, 2011. **257**(11): p. 4844-4848.

CHAPITRE I LES DIFFÉRENTS TYPES DES REJETS INDUSTRIELS ET LEURS ORIGINES

16. EZZIANE, S., *TRAITEMENT DES EAUX DE REJETS DE L'UNITE CERAMIT" TENES"*. 2007, OUAGUED. A.
17. Muret-Marty, C., *Estimation de traitabilité potentielle d'eaux résiduaires industrielles par de nouveaux paramètres de caractérisation*. 2001, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; INSA de Lyon.
18. Ding, Y., et al., *Effects of alloying elements on the corrosion behavior and biocompatibility of biodegradable magnesium alloys: a review*. Journal of materials chemistry B, 2014. **2**(14): p. 1912-1933.
19. KHALILI, I., et al., *Traitement des eaux usées à multi-composants simulées des raffineries de pétrole par les procédés d'oxydation avancée*. 2023, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR.
20. Mamou, A., *Caractéristiques, évaluation et gestion des ressources en eau du Sud-Tunisien*. 1990, Paris 11.
21. Lévêque, C. and D. Paugy, *Impacts des activités humaines. Les poissons des eaux continentales africaines, Diversité, Ecologie, Utilisation par l'homme*. Edition IRD, Paris, 1999: p. 365-383.
22. Rami, N., *Elaboration du schéma de gestion des déchets de l'Electro-Industries d'AZAZGA*. 2022, Université Mouloud Mammeri.
23. Baudoin, C., *Raffinage et pétrochimie. l'actualité chimique*, 2002: p. 33.
24. Chesnais, F., *Biotechnologie et modifications des structures de l'industrie chimique: quelques points de repère*. Revue d'économie industrielle, 1981. **18**(1): p. 218-230.
25. Bennajah, M., *Traitement des rejets industriels liquide par électrocoagulation/électroflottation en réacteur airlift*. 2007.
26. Mohamed, R., D.D. El Hadj, and B. Kelthoum, *Etude d'impact des rejets liquides industriels traités sur l'environnement. Cas de l'unité de CERAMIT-TÉNÈS*. Wilaya de Chlef.
27. Roubaty, J.-L. and P.-S. Béraud, *La surveillance en continu des rejets liquides industriels*.
28. Lanoie, P. and G.A. Tanguay, *Dix exemples de rentabilité financière liés à une saine gestion environnementale*. 1998: CIRANO.
29. Boudet, G. and A. Chamoux, *Analyse en laboratoire des performances de certains cardiofréquence-mètres*. Science & sports, 2001. **16**(1): p. 51-52.
30. Francou, C., *Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage-Recherche d'indicateurs pertinents*. 2003, INAPG (AgroParisTech).
31. Zaviska, F., et al., *Procédés d'oxydation avancée dans le traitement des eaux et des effluents industriels: Application à la dégradation des polluants réfractaires*. Revue des sciences de l'eau, 2009. **22**(4): p. 535-564.
32. Dalhatou, S., *Application des techniques d'oxydation avancée pour la dépollution des effluents organiques dans les eaux de rejets industriels: cas des savonneries*. 2014, Université de Grenoble; Université de Yaoundé I.

CHAPITRE II

Contexte et législation réglementaire des effluents

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

II.1. Introduction

Les effluents industriels sont les eaux usées produites par les activités industrielles, qui peuvent contenir des substances polluantes, toxiques ou dangereuses pour l'environnement et la santé humaine. Le traitement et le rejet de ces effluents sont soumis à des normes réglementaires, qui varient selon les pays, les types d'effluents, les milieux récepteurs et les objectifs de protection. Le respect de ces normes implique de mettre en œuvre des procédés adaptés à la nature et à la quantité des effluents, ainsi qu'à la qualité de l'eau à atteindre. Le contexte actuel, marqué par le changement climatique, la raréfaction de la ressource en eau et la réindustrialisation, incite également à développer des solutions de recyclage ou de réutilisation des eaux usées traitées.[34]

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

II.2. Définition les effluents industriels :

Les effluents industriels sont des rejets liquides issus des procédés d'extraction ou de transformation des matières premières en vue de fabriquer des produits industriels ou des biens de consommation. Ces eaux sont extrêmement hétérogènes. Leur quantité et leur qualité varient en fonction du procédé mis en œuvre et du domaine industriel. Elles présentent souvent un large spectre de polluants chimiques composés à l'état solide ou dissous de matières organiques et minérales, métaux, hydrocarbures, solvants, polymères, huiles, graisses et sels, à divers niveaux de toxicité. [35]

II.3. Source des effluents industriels :

La diversité des activités industrielles engendre des rejets spécifiques de Caractéristiques variables et de composition hétérogène souvent fluctuante. Ce qui implique une investigation propre à chaque type d'industrie. Il est donc fondamental d'être parfaitement informé sur les procédés de fabrication et l'organisation des circuits d'alimentation en eau de l'usine ainsi que des réseaux d'assainissement assurant l'évacuation de la production polluante.[36]

II.3.1.Effluents de fabrication ou de procédés :

La plupart des procédés conduisent à des rejets polluants qui proviennent du contact de l'eau avec des gaz, liquides ou solides. Ces rejets sont continus ou discontinus. Dans l'industrie alimentaire, ces eaux représentent l'essentiel de la pollution organique dissoute.[37]

II.3.2.Eaux de lavage des sols et des machines :

Contrairement aux autres rejets, le degré de pollution et le débit des eaux de lavage ont très variables et particulièrement importants à la fin de la semaine et des périodes de travail et au cours des nettoyages.

Elles sont chargées de produits divers, matière première ou liqueurs de fabrication, hydrocarbures et huile de machines, produits détergents, produits bactéricides. Parfois, comme c'est souvent le cas dans l'industrie alimentaire, les lavages des appareils sont faits avec des solutions très acides ou très alcalines. Ce qui entraîne de forte variation de pH .[38]

II.3.3.Effluents des utilities :

- ✓ Eau Vannes.
- ✓ Eaux de chaufferie (purges chaudière, éluats de régénération).
- ✓ Boues du traitement des eaux d'appoint.
- ✓ Purges d'eaux de réfrigération .[39]

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

II.4. Impacts des effluents industriels :

Les impacts des effluents industriels non traités ou mal traités peuvent être :

La pollution des eaux superficielles et souterraines, qui affecte la qualité de l'eau potable, la biodiversité aquatique, les activités agricoles et touristiques.

La pollution des sols, qui entraîne une diminution de la fertilité, une accumulation de métaux lourds, une contamination des cultures et des animaux.

La pollution de l'air, qui provoque des émissions de gaz à effet de serre, des pluies acides, des nuisances olfactives, des risques sanitaires pour les populations exposées.

La pollution visuelle, qui dégrade le paysage et l'esthétique des lieux.

La pollution sonore, qui perturbe la tranquillité et le bien-être des riverains.

Pour limiter ces impacts, les industriels doivent respecter les normes de rejet, optimiser leur consommation d'eau, traiter et valoriser leurs effluents, et réutiliser les eaux usées traitées.[40]

II.5. Contexte réglementaire :

L'adoption de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (JOCE du 22 décembre 2000) dite « Directive Cadre sur l'Eau (DCE) » établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau rappelle et renforce les orientations communautaires relatives au bon état des écosystèmes aquatiques.

Elle fixe comme objectifs ambitieux, l'atteinte du bon état chimique et écologique des milieux aquatiques, ainsi que la non dégradation de l'état des masses d'eau à l'échéance de 2015.

La réduction des substances dangereuses pour l'eau s'inscrit dans cette ambition. La DCE, la Directive 76/464/CE et la Directive fille de la DCE 2008/105/CE (reprises dans la réglementation française) établissent la liste des substances ou des familles de substances concernées et les objectifs de réduction ou suppression des émissions et des rejets.

Ces objectifs sont déclinés dans le futur Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée 2010-2015.

Une action de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées a été lancée dans chaque région en 2002, dans le cadre de l'opération nationale découlant de la circulaire du 4 février 2002 du ministère chargé de l'environnement. Suite à l'analyse des données récoltées lors de cette opération, la direction générale de

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

prévention des risques au sein du MEEDDM a décidé d'engager une nouvelle action de recherche et, le cas échéant, de réduction ciblée sur une liste de substances déclinée par secteur d'activité auprès des installations classées soumises à autorisation sur l'ensemble du territoire. La circulaire du 5 janvier 2009 encadre cette nouvelle opération avec l'appui technique de l'INERIS.[41]

II.6. Les normes de rejet industriels :

Les normes de rejet à respecter sont très variables

- ✓ Les paramètres de pollution sont plus nombreux et spécifiques à chaque industrie.
- ✓ Les effluents peuvent être rejetés directement dans le milieu naturel ou dans des égouts urbains aboutissant à des stations biologiques dont ils ne doivent pas perturber le fonctionnement.
- ✓ Si l'usage courant implique des limitations de concentrations dans l'effluent, L'imposition de quantités rejetées maximales par jour ou par unité de produit élaboré devient plus fréquente. On considère aussi des moyennes mensuelles et des maximums journaliers.

Les normes doivent tenir compte des sensibilités des méthodes de dosage et des possibilités techniques de traitement. [42]

Norme nationale selon le journal officiel de la république Algérienne et démocratique (JORAD)

Les normes de rejets des effluents industriels résultent de la décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides des industriels et du décret exécutif n° 06-141 du 19 avril

2006 de la république algérienne démocratique définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.[43]

Tableau.II.1: Valeurs Limites des Paramètres de Rejets d'effluents liquides Industriels[44]

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS
INDUSTRIELS

2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	mg/l	30	40
5	Phosphore total	mg/l	10	15
6	DCO	mg/l	120	130
7	DBO5	mg/l	35	40
8	Aluminium	mg/l	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	mg/l	0,005	0,01
10	Cyanures	mg/l	0,1	0,15
11	Fluor et composés	mg/l	15	20
12	Indice de phénols	mg/l	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	mg/l	10	15
14	Huiles et graisses	mg/l	20	30
15	Cadmium	mg/l	0,2	0,25
16	Cuivre total	mg/l	0,5	1
17	Mercure total	mg/l	0,01	0,05
18	Plomb total	mg/l	0,5	0,75
19	Chrome Total	mg/l	0,5	0,75
20	Etain total	mg/l	2	2,5
21	Manganese	mg/l	1	1,5
22	Nickel total	mg/l	0,5	0,75
23	Zinc total	mg/l	3	5
24	Fer	mg/l	3	5
25	Composé organiques chlores	mg/l	5	7

PH : Potentiel dihydrogène

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

DBO5 : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension.

II.7. Type de normes :

II.7.1.. Normes basées sur la concentration :

Fixent des limites maximales de concentration pour chaque polluant dans l'effluent rejeté.

Exemple: Décret exécutif n° 06-141 du 15 août 2006 fixant les valeurs limites de rejet des effluents liquides industriels (Algérie)[45]

II.7.2.Normes basées sur la charge :

Fixent des limites maximales de quantité de polluants rejetées par unité de temps (kg/jour, tonne/an).

Permettent de prendre en compte le débit de l'effluent.

Exemple: Directive européenne 2010/75/UE relative aux émissions industrielles (IED)[46]

II.7.3.Normes basées sur les effets :

Fixent des limites d'impact sur le milieu récepteur (ex: toxicité, bioaccumulation).

Approche plus holistique de la gestion des pollutions.

Exemple: Règlement européen REACH relatif à l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques[47]

II.7.4.Normes sectorielles :

Définies pour des secteurs d'activité spécifiques (ex: agroalimentaire, chimie, textile).

Prendent en compte les particularités de chaque secteur.

Exemple: Arrêté interministériel du 27 février 2014 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux installations de traitement des effluents liquides industriels (Algérie)[48]

II.7.5.Normes internationales :

Harmonisent les exigences de rejet à l'échelle internationale.

Facilitent le commerce international.

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

Exemple: Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination [49]

II.8. Paramètres réglementés :

Paramètres réglementés des Normes de rejet des effluents industriels en Algérie

II.8.1. Paramètres généraux :

Débit : Le débit journalier maximal autorisé (DJMA) est défini par l'arrêté d'autorisation d'exploitation.

PH : Doit être compris entre 6 et 9.

Température : Ne doit pas dépasser 30°C.

Matières en suspension (MES): Limite de 30 mg/L pour les installations dont le DJMA est inférieur à 15 kg/j et 100 mg/L pour les autres.[50]

Oxygène dissous (OD): Doit être supérieur à 5 mg/L.

II.8.2. Paramètres spécifiques :

Demande biochimique en oxygène (DBO5): Variable selon l'activité industrielle.

Demande chimique en oxygène (DCO): Variable selon l'activité industrielle.

Matières grasses et huiles : Limite de 10 mg/L.

Azote total : Limite de 30 mg/L.

Phosphore total : Limite de 10 mg/L.

Métaux lourds : Limites spécifiques pour chaque métal (ex: Cuivre: 1 mg/L, Zinc: 5 mg/L).

Substances toxiques : Limites spécifiques pour chaque substance (ex: Cyanure: 0,1 mg/L, Phénols: 0,5 mg/L).[51]

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

II.9. Conclusion

Les effluents industriels sont les rejets liquides produits par les activités industrielles. Ils sont très variés et souvent polluants, ce qui pose des problèmes environnementaux et sanitaires. Leur traitement est donc nécessaire pour respecter les normes de rejet dans le milieu naturel ou dans les réseaux d'assainissement. Il existe différentes techniques de traitement, adaptées à la nature et à la composition des effluents, telles que les procédés physico-chimiques, biologiques ou membranaires. Le traitement des effluents industriels évolue également avec le contexte qui incite à la réutilisation de l'eau traitée, afin de réduire la consommation d'eau et de préserver les ressources. Les industriels doivent donc s'adapter aux exigences réglementaires et aux enjeux écologiques liés à la gestion de leurs effluents.[52]

LES REFERENCE

33. ZAHRA, M. and O.M. KARIMA, *utilisation d'une algue rouge pour le traitement des effluents*.
34. Bordji, A. and K. Saidat, *Traitement des effluents industriels par phytoremédiation*. UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA.
35. Nassiba, H. and B.B. Yasmine, *Traitement et contrôle qualité de deux types d'eau à usage pharmaceutique: eau purifiée et eau pour préparations injectables*.
36. Kamila, B.S.-N. and Z. Hadjer, *Influence des rejets liquide du complexe (LNG) de la base industrielle de Skikda sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de Ben m'Hidi*. 2019.
37. Karakurt, S., et al., *Dynamics of wastewater effluent contributions in streams and impacts on drinking water supply via riverbank filtration in Germany—A national reconnaissance*. Environmental science & technology, 2019. **53**(11): p. 6154-6161.
38. Beaurain**, C. and S. Brulot, *L'écologie industrielle comme processus de développement territorial: une lecture par la proximité*. Revue d'économie régionale et urbaine, 2011(2): p. 313-340.
39. DUFOUR, A., *Environnement*. Opinions et actions, Vague d'Automne, 1990.
40. Reverdy, T., *Les formats de la gestion des rejets industriels: instrumentation de la coordination et enrôlement dans une gestion transversale*. Sociologie du travail, 2000. **42**(2): p. 225-243.
41. Hannachi, A., R. Gharzouli, and Y.D. Tabet, *Gestion et valorisation des eaux usées en Algérie*. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, 2014(19).
42. Bouteflika, A., *Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels*. J. Off. République Algérienne, 2006. **26**: p. 1-27.
43. Borgmann, U., *Derivation of cause-effect based sediment quality guidelines*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2003. **60**(3): p. 352-360.
44. Fouilleux, E., *Vers une agriculture durable? Normes volontaires et privatisation de la régulation*. 2012.
45. Delaloye, C., et al., *L'Empan de lecture comme épreuve mesurant la capacité de mémoire de travail: normes basées sur une population francophone de 775 adultes jeunes et âgés*. European Review of Applied Psychology, 2008. **58**(2): p. 89-103.
46. Muller, P., *Un schéma d'analyse des politiques sectorielles*. Revue française de science politique, 1985: p. 165-189.
47. Bellier, I., *Les peuples autochtones aux Nations unies: un nouvel acteur dans la fabrique des normes internationales*. Critique internationale, 2012(1): p. 61-80.
48. Bengherbia, A., et al., *Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Oued Beni Aza (Blida, Algérie)*. Lebanese science journal, 2014. **15**(2): p. 39-51.
49. Hazourli, S., L. Boudiba, and M. Ziati, *Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjar, Annaba*. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, 2007(6).
50. Djelal, H., M. Rigail, and L. Boyer, *Les effluents industriels et leur traitement*. Revue management et avenir, 2008(6): p. 275-288.
51. Hazourli, S., L. Boudiba, and M. Ziati, *Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjar, Annaba*. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, 2007(6).

CHAPITRE II CONTEXTE ET LÉGISLATION RÉGLEMENTAIRE DES EFFLUENTS
INDUSTRIELS

52. Djelal, H., M. Rigail, and L. Boyer, *Les effluents industriels et leur traitement*. Revue management et avenir, 2008(6): p. 275-288.

CHAPITRE III

**Etude de cas « L'utilisation des composés organique
pour le processus de traitement des rejets
industriels«**

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

III.1. Introduction

Dans un passé récent, les déchets liquides industriels constituaient un obstacle et un problème majeurs pour les chimistes et les usines en général, les laissant perplexes quant à leur gestion et à leur élimination d'une manière écologique sans nuire à l'environnement. Cela a conduit au développement de méthodes de traitement modernes basées sur des techniques chimiques et physiques qui facilitent le processus d'élimination ou de réutilisation des déchets. Face à ce défi, les usines ont commencé à utiliser divers composés organiques et chimiques à cette fin. Dans ce chapitre, nous examinerons ces composés, leurs propriétés et leur rôle dans le traitement des déchets liquides industriels.[53]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

III.2. Méthodes de traitement des eaux industrielles :

Le traitement des eaux usées industrielles et l'élimination des polluants sont effectués de différentes manières et de multiples mécanismes si Au besoin, les méthodes et les méthodes de traitement sont divisées en méthodes de traitement physique et chimique, et biologie individuelle ou groupée.

Eaux usées traitées produites dans l'industrie pétrochimique, à réutiliser dans production de vapeur, de procédés ou de décalages d'eau, en utilisant de nombreuses techniques de traitement, des techniques traditionnelles (biothérapie), et d'une technique d'échange automatisée,

Ces techniques comprennent une combinaison. Micro-candidature (MF), ultra-nomination (UF) et osmose inverse (RO), Nanotechnologie (NF)[54]

III.3. Comparaison des différents types de filtration :

Tableau III.1: Comparaison des différents types de filtration [55]

<i>technologie de filtration</i>	<i>Taille moyenne des pores de la membrane (nm)</i>
Technique de micro filtration - microfiltration (MF)	200
Technique d'ultrafiltration - ultrafiltration "superfilter" (UF)	50_20
Technique de nanofiltration "nanofiltration métrique" (NF)	moins de 2
Technologie d'osmose inverse (RO)	Moins de 1

III.4.Methodes de traitement physiques ou mécaniques :

Les méthodes de traitement qui dépendent des forces naturelles et physiques, et ces méthodes ont été les premières

Méthodes utilisées dans le traitement des eaux d'évacuation, y compris de nombreuses opérations, dont les plus importantes

Séparation et liquidation, placement, "nomination", récréation, flottant ou flottant

Processus de séparation, d'alimentation et de ventilation des hydrocarbures nécessaires au traitement biologique[56]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

III.5.Méthodes de traitement chimique :

Les méthodes de traitement chimique pour l'élimination industrielle comprennent l'ajout de produits chimiques et sont adoptées

Réactions chimiques pour éliminer ou convertir les polluants en substances facilement séparables. L'une des méthodes chimiques les plus populaires dans ce domaine est le dépôt et l'adsorption.

Le traitement est réalisé par dépôt chimique par formation d'un précipité chimique, le plus souvent

Ce dépôt contient les composants qui ont réagi avec les produits chimiques ajoutés ainsi que

Autres composants pouvant être séparés lors de l'installation. Quant à l'adsorption, elle dépend de la force d'attraction entre Objets pour l'élimination de certains composés en adhérant à la surface de matériaux solides, comme prévu Procédés chimiques pour ajuster la valeur d'hydrogène et ajout de substances empêchant la formation de croûtes. Précipitation, oxydation, ainsi que d'autres méthodes de traitement pour éliminer les métaux lourds, éliminer les substances Toxique, et d'autres. Utilisation :

Le traitement chimique est accompagné de méthodes de traitement physique et peut également nécessiter

certaines méthodes de traitement biologique.[57]

III.6.Méthodes de traitement biologique :

Les méthodes de traitement biologique reposent sur une activité biologique pour éliminer les polluants des matériaux.

Biodégradable organique (mousse ou dissous). Ce processus est réalisé par la transformation des polluants.

En gaz qui fuient dans l'air extérieur ou se transforment en une forme de déchets biologiques (boues)

Et aussi pour se débarrasser des nutriments) azote, qui peut être éliminé par sédimentation, de Phosphore (. Les boues déposées dans les bassins de décantation finaux sont à nouveau renvoyées dans les bassins d'aération.

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE PROCESSUS DE TRAITEMENT DES REJETS INDUSTRIELS

Pour être le milieu produit par le processus d'oxydation organique, une agitation continue est prise en compte pour éviter l'apparition de

Toute sédimentation à l'intérieur de l'aquarium est une crainte d'accumulation de sédiments, ce qui réduit l'efficacité du processus d'oxydation et active.[58]

Les bactéries anaérobies dans la zone de sédimentation et les unités de traitement biologique sont des bassins de sédimentation L'élimination finale des substances oxydantes en suspension et l'eau de sortie résultant de ces processus ne contiennent pas. Méthodes uniquement sur de petites quantités de matières en suspension et de faibles valeurs de demande vitale en oxygène

Le traitement biologique est aérobie ou anaérobie, et les méthodes de traitement contiennent de nombreux

Opérations, une ou plusieurs méthodes peuvent être utilisées dans l'usine de transformation

Le traitement biologique aérobie nécessite l'ajout d'air soit directement au moyen d'un piston, As et diffuseurs d'air, ou indirectement en utilisant des passe-temps mécaniques, ou les deux

Vous devez également ajuster la valeur de l'hydrogène, la température, pour protéger la vie des organismes à la durée de vie exacte requise pour les processus de traitement biologique, et il faut s'assurer qu'ils sont fournis en nutriments, Ventilation et quantités appropriées d'oxygène. Les usines de traitement biologique doivent être gérées avec soin Lors de l'utilisation de micro-organismes pour digérer des contaminants potentiels, la présence de certaines substances, ou En vue de Composés qui peuvent être toxiques pour les bactéries utilisées dans les procédés de traitement, il peut donc être Il est nécessaire d'effectuer certaines méthodes préliminaires de traitement physique et/ou chimique.[59]

III.7. Séparation des huiles :

La technologie de séparation des huiles est l'une des principales méthodes de traitement physique des eaux usées industrielles,

Cela dépend de la séparation par gravité des substances flottantes, huiles, substances organiques libres) autre Par conséquent, la plupart des industries pétrolières et pétrochimiques utilisent 54% de l'émulsion provenant d'eau contaminée Méthodes de dépôt primaire. Appareils à partir de Séparer les huiles de l'eau à la place.[60]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE PROCESSUS DE TRAITEMENT DES REJETS INDUSTRIELS

III.7.1. Séparateur d'huile API :

Le séparateur d'huile fonctionne selon le principe de la séparation par gravité conformément à la loi de Stokes, qui détermine la vitesse de montée des particules d'huile à la surface, généralement en fonction de la différence entre la densité du volume d'huile et sa densité, et la gravité spécifique de l'huile à séparer et de l'eau, qui est beaucoup plus proche de la gravité spécifique des solides en suspension et de l'eau.

Par conséquent, la conception du séparateur d'huile est basée sur la différence de gravité spécifique entre l'huile à séparer et la densité de l'eau polluée par celle-ci. Ainsi, la plupart des solides en suspension se déposent dans l'unité. Une fois l'huile et les solides en suspension retirés des eaux usées industrielles dans le séparateur d'huile, les eaux restantes sont envoyées pour un traitement ultérieur. Il existe deux types de séparateurs d'huile "API" : le type rectangulaire et le type circulaire.[61]



*Figure.III.1:*Séparateur d'huile circulaire de type API [62]



Figure.III.2: Séparateur d'huile rectangulaire type API [63]

III.8.Les composés organiques utilise dans le traitement des eaux de rejets industriels :

III.8.1.Poly aluminium chloride (PAC) :

Également écrit comme chlorure de poly aluminium, est un coagulant polymère inorganique utilisé pour le traitement de l'eau. Prenez la première lettre des mots comme abréviation, elle comme l'un des meilleurs coagulants. En effet, le coagulant PAC présente les avantages d'un dosage moins optimal et d'une production moindre de boues, ce qui peut contribuer à réduire

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

les coûts. Le chlorure de poly aluminium en vente à Che mate peut-être diviser en quatre types en fonction de leur teneur en AL₂O₃ et de leur basicité. Parmi eux, le PAC 01/02 peut être utilisé pour le traitement de l'eau potable, tandis que le PAC 03/04 peut être utilisé pour le traitement des eaux usées industrielles.[64]

Formule moléculaire $[AL_2(OH)_nCl_{6-n}]^m$.



Figure.III.3: Poly aluminium Chlorured[65]

III.8.1.1.Les avantages du produit chimique de traitement de l'eau PAC :

- **Le produit chimique de traitement de l'eau PAC a une gamme d'applications plus large :** et convient à plus types de qualité de l'eau. La plupart des industries doivent utiliser du chlorure de poly aluminium PAC dans le processus de traitement des eaux usées.[66]
- **Le taux de précipitation du produit chimique PAC est beaucoup plus rapide et l'effet de précipitation est meilleur :** La méthode d'utilisation du coagulant PAC consiste à le dissoudre dans une certaine proportion puis à l'ajouter à l'eau. Ensuite, il réagira rapidement avec les impuretés de l'eau pour former de l'alun flocculant, puis formera immédiatement un précipité dans le rôle du polyacrylamide flocculant PAM. Grâce à ses caractéristiques de vitesse de réaction rapide, le coagulant PAC peut améliorer l'efficacité du traitement des eaux usées et réduire le coût du traitement de l'eau.[67]
- **Le dosage est faible :** La concentration de configuration est très faible et, dans les mêmes conditions de qualité de l'eau, la quantité ajoutée est également très faible par rapport aux autres coagulants.[68]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

- **La méthode d'utilisation est simple** : Le polychlorure d'aluminium liquide peut être ajouté directement à l'eau, tandis que la poudre de polychlorure d'aluminium est facilement soluble dans l'eau. Il peut être rapidement dissous après avoir été ajouté à l'eau sans prendre beaucoup de temps pour le dissoudre, ce qui permet de gagner beaucoup de temps pour l'ensemble du processus de traitement.[69]
- **Haute sécurité** : le polychlorure d'aluminium à 30 % est de qualité pour le traitement de l'eau potable, qui ne contient aucune substance dangereuse.[70]
- **La plage de pH applicable du chlorure de poly aluminium PAC**

Il s'adapte à une large valeur de pH de l'eau de source, la plage de pH applicable est de 5 à 9. C'est-à-dire qu'il peut obtenir l'effet de coagulation dans la plage de PH 5 à 9, et le meilleur effet se situe dans la plage de PH de 6.5 à 7.5. Lorsque le chlorure de poly aluminium flocule, les floccs sont gros, la vitesse de floculation est rapide, les résidus d'eau et de fer après traitement sont faibles.[71]

III.8.1.2.Les types de poly Aluminium chlorures :



Figure.III.4: Type Poudre de chlorure de poly aluminium PAC[72]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

Tableau.III.2:de Spécifications Techniques[73]

<i>Produit</i>	<i>Aspect</i>	<i>Candidature</i>	<i>Basicité%</i>	<i>Valeur PH</i>	<i>% Insoluble dans l'eau</i>	<i>AL2O3 %</i>
1	Poudre blanche	Eau potable	40-60	3.5-5.0	-	≥ 30
2	Poudre jaune clair	Eau potable	70-85	3.5-5.0	≤ 0.1	≥ 30
3	Poudre jaune	Eaux usées industrielles	50-90	3.5-5.0	≤ 0.5	≥ 30
4	Poudre jaune	Eaux usées industrielles	50-90	3.5-5.0	≤ 1.5	≥ 28

III.8.1.3.Le mécanisme d'action de PAC compose :

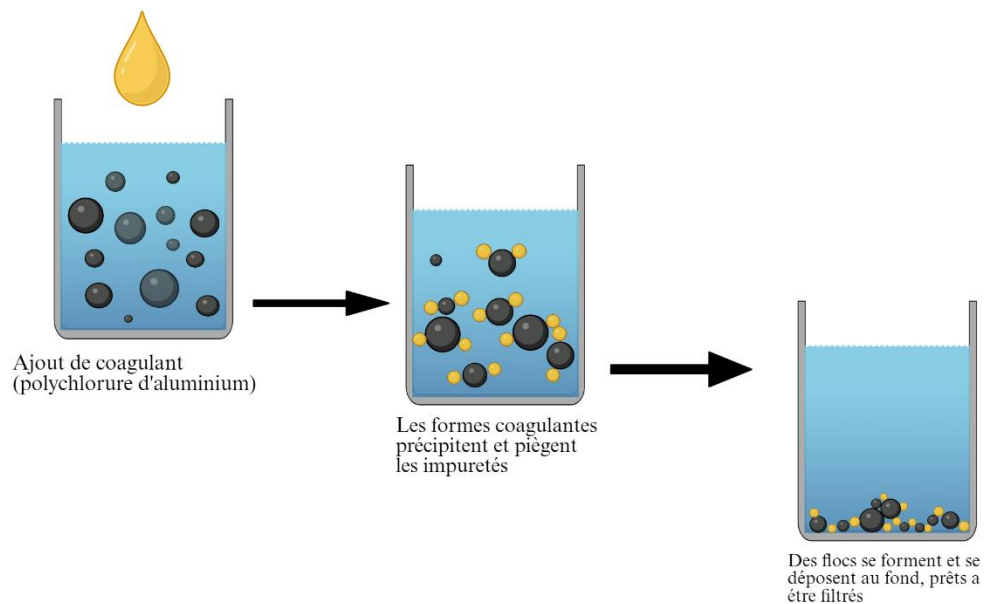


Figure.III.5 : Schéma illustratif du mode d'action d'un compose PAC[74]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

III.8.2.Polyacrylamide :

Le polyacrylamide, abrégé en PAM, est un polymère linéaire qui est l'un des types de composés polymères hydrosolubles les plus largement utilisés. Le polyacrylamide et ses dérivés peuvent être utilisés comme flocculants, épaississants, renforts de papier et agents réducteurs de traînée pour les liquides. Ils sont largement utilisés dans des secteurs industriels tels que le traitement de l'eau, la fabrication du papier, le pétrole, le charbon, l'exploitation minière, la géologie, le textile léger et la construction. Il est insoluble dans la plupart des solvants organiques et présente de bonnes propriétés de floculation, ce qui permet de réduire la résistance au frottement entre les liquides. Il peut être divisé en trois types selon les caractéristiques ioniques: anionique, cationique et non ionique.[75]



Figure.III.6: polyacrylamide[76]

III.8.2.1.Les types de polyacrylamide et Application :

III.8.2.1.1. Polyacrylamide anionique (APAM)

Ce type de polymère a des molécules qui portent une charge négative. Polyacrylamide anionique peut capter des particules chargées positivement, un peu comme un aimant capte des clous et autres objets métalliques.

APAM peut être largement utilisé dans le traitement des eaux usées de l'industrie chimique, le traitement des eaux usées municipales, comme le lavage du charbon, le traitement des minéraux, la métallurgie, l'industrie sidérurgique et l'industrie électronique. Il est également utilisé dans l'industrie pétrolière pour améliorer la récupération du pétrole qui est largement

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE PROCESSUS DE TRAITEMENT DES REJETS INDUSTRIELS

utilisé. De plus, le polyacrylamide anionique peut être utilisé comme additif pour papier et agent de pâte textile.[77]

Application:[78]

- ✓ Production d'huile
- ✓ Traitement d'eau
- ✓ Traitement du minéral
- ✓ Médéciné
- ✓ Fabriquer du papier
- ✓ Imprimer et teindre
- ✓ Elevage de bétail

III.8.2.1.2. Polyacrylamide cationique (CPAM)

Ce type de polymère a des molécules qui portent une charge positive. Le PAM cationique peut capter des particules chargées négativement (matières organiques comme le carbone ou les déchets humains).

Le CPAM est très efficace dans son utilisation et a un taux de déshydratation élevé. Il est utilisé pour le traitement des eaux usées dans l'usine d'alcool, l'usine de glutamate monosodique, l'usine de sucre, l'usine de boissons, les tanneries, la teinture et d'autres domaines. Il a un meilleur effet à utiliser avec un coagulant inorganique en particulier. En outre, le polyacrylamide cationique peut également être utilisé comme additif pour le papier.[79]

• Application:[80]

- ✓ Traitement des eaux usées industrielles
- ✓ Traitement de l'eau potable
- ✓ Lavage du charbon
- ✓ Industrie pétrolière
- ✓ Recyclage de l'amidon et de la vinasse
- ✓ Industrie du papier

III.8.2.1.3. Polyacrylamide non ionique (NPAM)

Le NPAM est un polymère ou polyélectrolyte soluble dans l'eau. Parce que sa chaîne moléculaire contient un certain nombre de groupements polaires, il peut accélérer la sédimentation des particules dans la suspension. Il a un effet très évident sur l'accélération de la clarification de la solution et la promotion de la filtration. Le NPAM est hautement soluble

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

dans l'eau et peut être complètement dissous dans l'eau froide. Par conséquent, l'ajout d'une petite quantité de polyacrylamide non ionique peut obtenir un bon effet de floculation.[81]

• **Application:[82]**

- ✓ Fixation du sable
- ✓ Agent d'humidité du sol
- ✓ Industrie textile
- ✓ Additifs chimiques pour champs pétrolifères
- ✓ Traitement des eaux usées organiques
- ✓ Industrie du papier

Tableau.III.3.:Spécifications Techniques Du Polyacrylamide [83]

<i>Spécifications</i>	<i>Polyacrylamide anionique</i>	<i>Polyacrylamide cationique</i>	<i>Polyacrylamide non ionique</i>
Aspect	Outre de la poudre granulaire blanche		
Poids moléculaire	5-22 millions	5-12 millions	5-12 millions
Densité de charge	5%-50%	5%-60%	0%-5%
Contenu solide	89%Min		
Concentration fonctionnante recommandée	0.1%-0.5%		
Durée de conservation	2 ans avec le stockage approprié		
Valeur pH efficace	7.0 ~ 14.0	1.0 ~ 14.0	1.0 ~ 8.0
Temps de dissolution (minutes)	≤ 90	40 ~ 60	≤ 90
Degré d'hydrolyse, (%)	10 ~ 30	/	/

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

III.8.3.Demulsifier :

Un désémulsifiant est une substance qui sépare une émulsion dans ses composants. Il se compose de deux liquides qui ne se mélangent ni ne se séparent en phases - de petites gouttelettes d'un liquide sont uniformément réparties dans le volume de l'autre liquide. Un tel liquide est appelé un milieu de dispersion, et les gouttelettes sont appelées la phase dispersée.

Lorsqu'un désémulsifiant est introduit dans l'émulsion, il s'accumule à la surface de ces gouttelettes et les regroupe. En conséquence, il stratifie en liquides individuels.[84]



Figure.III.7.: Demulsifier[85]

III.8.3.1.Méthode d'utilisation de demulsifier :

Pour séparer l'eau. Les désémulsifiants sont utilisés dans les usines de traitement pour séparer les polluants de l'eau : huiles, graisses, produits pétroliers. Après cela, il est possible de passer à sa purification ultérieure.

Pour réduire la concentration de graisses. Il est utilisé par les entreprises de l'industrie alimentaire : la transformation de la viande et du poisson, l'industrie laitière, l'industrie de la confiserie. Il aide à réduire la teneur en matières grasses du produit à la valeur désirée.

Pour éliminer l'eau de l'huile. L'huile arrive à la surface sous forme d'émulsion huile-eau, dont 80% est de l'eau de formation et seulement 20% est de l'huile. Par conséquent, les compagnies pétrolières utilisent des désémulsifiants pendant la production et le raffinage, qui aident à éliminer les sels et l'eau de formation de l'huile.[86]



Figure.III.8.: Exemple d'émulsion eau-huile avant et après séparation[87]

III.8.3.2.Types de Demulsifier :

Il existe deux groupes de désémulsifiants : ionogène et non ionogène. Les désémulsifiants ioniques ont une charge électrique et sont donc appropriés pour séparer les émulsions avec des particules chargées.

Selon le signe de la charge, le désémulsifiant ionogène peut être :[88]

- ✓ **Anionique** : Dans les solutions, il se décompose en ions négatifs et positifs pour former des ions tensioactifs chargés négativement. Ce type comprend : les sulfonates d'alkyle, les acides sulfoniques, les acides carboxyliques et leurs sels.[89]
- ✓ **Cationique** : Il se décompose en un radical chargé positivement et un résidu acide chargé négativement pour former des ions chargés positivement. Exemple : sels d'amines aliphatiques et aromatiques, sels de bases d'ammonium alkyl substituées.[90]
- ✓ **Amphotère** : Selon le pH de la solution, il présente des propriétés cationiques ou anioniques. Ce type de démulsifiant ionogène comprend : le cocoamphodiacétate disodique, le lauroamphodiacétate disodique, le cocoamphoacétate de sodium.

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE PROCESSUS DE TRAITEMENT DES REJETS INDUSTRIELS

Les désémulsifiants non ioniques ne produisent pas d'ions en solution, ils sont donc utilisés pour séparer les émulsions sans particules chargées. Ils peuvent être hydrophiles (hydrosolubles), hydrophobes (insolubles dans l'huile ou l'eau) et dispersibles.

Par rapport à l'ionogène, non ionogène n'interagissent pas avec les sels et ne forment pas de précipités solides, de sorte que leur consommation est plus faible.

Les d'émulsifiants ioniques et non ioniques ne sont plus produits sous leur forme pure. Les réactifs modernes combinent différentes propriétés, de sorte qu'ils ont un large spectre d'action et une gamme de solubilité dans les mélanges.[91]

III.8.3.3.Le mécanisme d'action des demulsifiers composes :

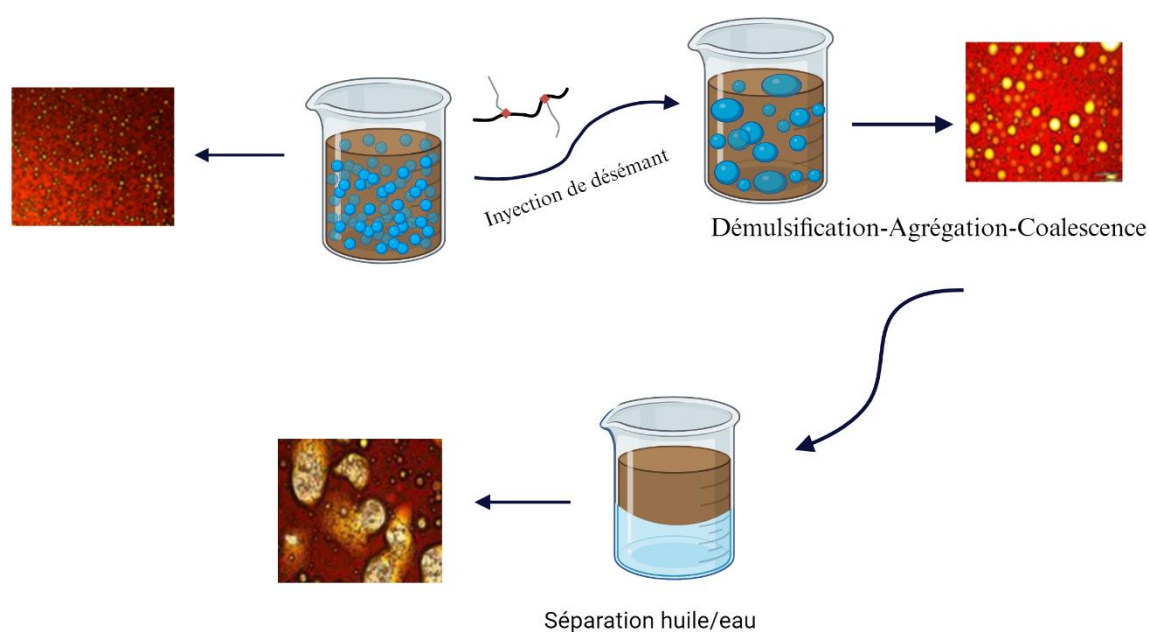


Figure.III.9.: Schéma illustratif du mode d'action d'un composé demulsifiers [92]

III.8.4.Le bases de schiff

III.8.4.1.Définition :

Une base de Schiff est définie comme étant le produit résultant de la condensation d'une

Amine primaire avec une cétone ou aldéhyde, comportant une double liaison C=N avec

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE PROCESSUS DE TRAITEMENT DES REJETS INDUSTRIELS

L'atome d'azote lié à un groupe aryle ou alkyle.

Les bases de Schiff au sens large ont une formule générale de type $R_1R_2C=NR_3$, où R est une chaîne organique. La base de Schiff est le synonyme d'azométhine.

Certains limitent la définition aux aldimines secondaires (azométhines où le carbone n'est lié qu'à un seul hydrogène), et ont donc pour formule générale $RCH=NR'$.

La chaîne carbonée sur l'atome d'azote fait des bases de Schiff (une imine) stable. Les bases de Schiff dérivées de l'aniline, où R_3 est donc un phényle ou un phényle substitué sont appelées aniles. [93]

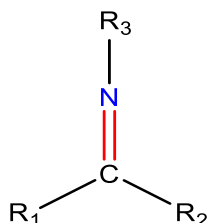


Figure.III.10.: Structure générale d'une base de Schiff [94]

III.8.4.2.Applications de base de Schiff dans le traitement des eaux liquides industrielles :

Les règles de Schiff serviront de plus en plus dans le traitement des eaux liquides industrielles en raison de leurs propriétés uniques:[95]

- ✓ **Capacité d'absorption :** Les bases de Schiff peuvent absorber efficacement les polluants organiques de l'eau liquide industrielle, tels que les colorants, les pesticides et les produits pétroliers.[96]
- ✓ **Sa capacité d'échange d'ions:** Les bases Schiff peuvent échanger des ions lourds et des contaminants métalliques provenant de l'eau liquide industrielle, tels que le plomb, le mercure et le cadmium.[97]
- ✓ **Capacité catalytique:** Les bases de Schiff peuvent catalyser les réactions redox, ce qui favorise la décomposition des polluants organiques.[98]

III.8.4.3.Exemples d'applications de la base Schiff dans le traitement industriel de l'eau liquide :

✓ Élimination des colorants :

Les bases Schiff peuvent être utilisées pour éliminer les colorants organiques des eaux usées industrielles provenant d'industries telles que la fabrication de textiles, l'impression et le papier d'imprimerie.

Les bases de Schiff réagissent avec les molécules de colorant pour former des composés solubles dans l'eau, ce qui facilite leur élimination de l'eau.[99]

✓ Élimination des métaux lourds :

Les bases Schiff peuvent être utilisées pour éliminer les métaux lourds des eaux usées industrielles provenant d'industries telles que l'industrie électronique, l'extraction des métaux et la fabrication du papier.

Les bases de Schiff réagissent avec les ions de métaux lourds pour former des composés insolubles dans l'eau, ce qui facilite leur élimination de l'eau.[100]

✓ Traitement des eaux usées industrielles de l'industrie pétrolière et gazière:

Les bases Schiff peuvent être utilisées pour traiter les eaux usées industrielles de l'industrie pétrolière et gazière afin d'éliminer les composés organiques volatils et les hydrocarbures pétroliers.

Les bases de Schiff réagissent avec ces contaminants pour former des composés solubles dans l'eau, ce qui facilite leur élimination de l'eau.[101]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

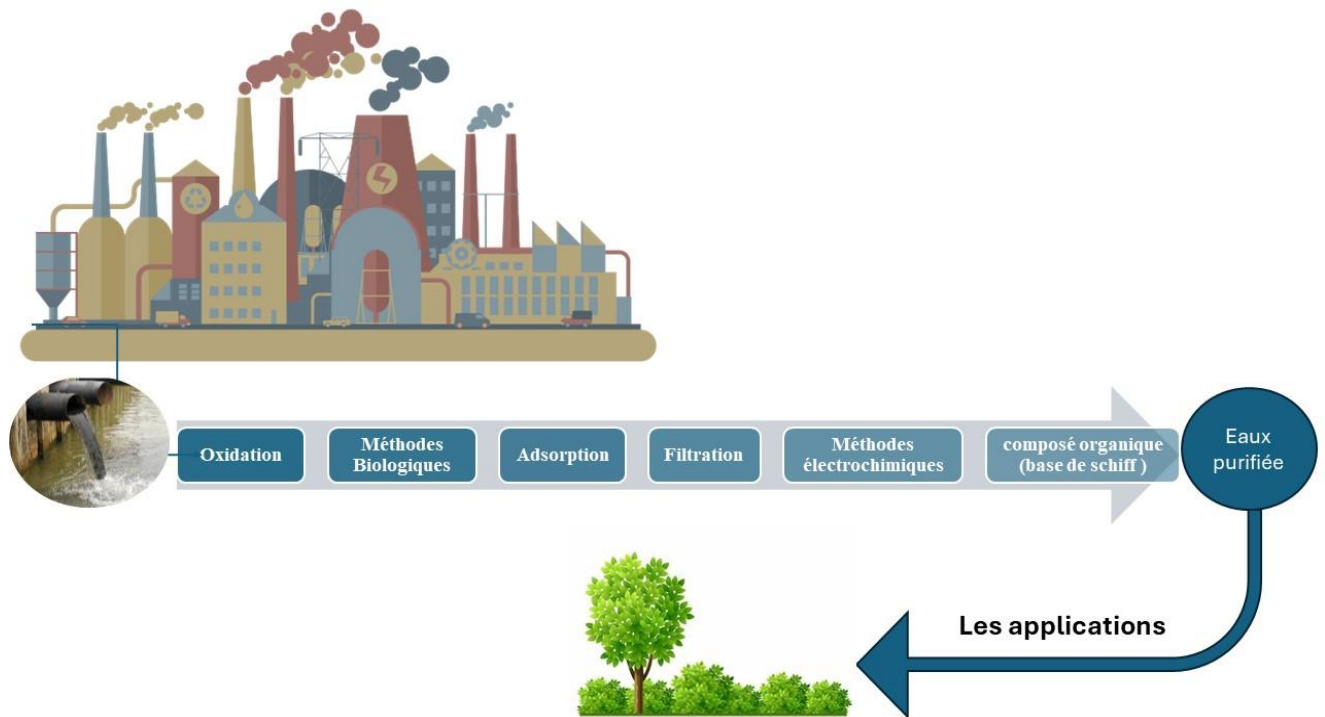


Figure.III.11: les méthodes de traitement des eaux usées industriels[102]

III.8.4.3. Avantages de l'utilisation de la base Schiff dans le traitement industriel de l'eau liquide :

- **Efficacité :** La base de Schiff montre une capacité efficace à éliminer un large éventail de polluants organiques de l'eau liquide industrielle, comme colorants, produits pétroliers. [103]
- **Durabilité:** La base Schiff a l'avantage d'être un matériau biodégradable, ce qui signifie qu'elle se décompose naturellement dans l'environnement sans l'endommager.[104]
- **Le coût :** Traitement d'eau liquide industriel rentable par rapport à d'autres technologies traditionnelles.
- et La base de Schiff ne nécessite pas d'équipement complexe ou coûteux, ce qui en fait une technique appropriée pour une utilisation dans diverses installations industrielles.[105]
- **facilité d'utilisation:** La base de Schiff ne nécessite pas de hautes compétences techniques ou une vaste expérience des opérateurs.[106]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

- **Diversité** : L'installation de base Schiff peut être ajustée pour répondre aux besoins spéciaux de traitement des eaux liquides industrielles. Et peut être employée dans diverses étapes du procédé liquide industriel de traitement des eaux.[107]



Figure.III.12.: Technologie d'élimination des métaux lourds[108]

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

III.9.Conclusion

En conclusion, l'utilisation de composés organiques dans le traitement des eaux usées industrielles s'impose comme une solution durable et efficace pour la protection de l'environnement et la santé humaine. Cette approche offre de nombreux avantages pour les industries et leurs employés, tout en contribuant à un avenir plus durable pour tous.

LES REFERENCE

53. Hoffmann, P.-A., *Etude de deux procédés innovants pour le traitement d'effluents gazeux industriels faiblement pollués par des Composés Organiques Volatils*. 2007, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse.
54. Berné, F., *Traitement des eaux*. 1991: Editions OPHRYS.
55. Beaulieu, S., *Etude et mise au point d'un filtre actif d'harmoniques en vue d'améliorer la qualité de l'alimentation électrique*. 2007: Université du Québec à Chicoutimi.
56. Rostom, L., *Vieillissement du bois par des méthodes accélérées: effets des évolutions chimiques et physiques sur les propriétés hygro-mécaniques lors de traitements modérés*. 2021, Université Paris-Est.
57. Mansour, H.B., et al., *Les colorants textiles sources de contamination de l'eau: CRIBLAGE de la toxicité et des méthodes de traitement*. *Revue des sciences de l'eau*, 2011. **24**(3): p. 209-238.
58. Cuisance, D., N. Barré, and R. De Deken, *Ectoparasites des animaux: méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique*. 1994.
59. Potvin, R., *Réduction de la toxicité des effluents des mines de métaux de base et précieux à l'aide de méthodes de traitement biologique*. 2004, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.
60. Grenier, N., *Modélisation numérique par la méthode SPH de la séparation eau-huile dans les séparateurs gravitaires*. 2009, Ecole Centrale de Nantes (ECN).
61. Samia, C. and A. Nabil, *Etude de la rénovation d'un séparateur triphasé, automatisation avec l'API Allen Bradley et Intégration du DCS DeltaV*. 2018, Université Mouloud Mammeri.
62. HAOUES, W. and M. NASSERALLAH, *VALORISATION DES EAUX HUILLEUSES DANS L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE*. UNIVERTITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA.
63. Li, J. and J. Chui, *Hydraulic considerations in designing an oil spill control system for a stormwater outfall*. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 2004. **3**(5): p. 355-364.
64. Zouboulis, A. and N. Tzoupanos, *Alternative cost-effective preparation method of polyaluminium chloride (PAC) coagulant agent: Characterization and comparative application for water/wastewater treatment*. *Desalination*, 2010. **250**(1): p. 339-344.
65. Ndiongue, S., et al., *Évolution du nombre de particules dans l'eau filtrée d'une filière de filtration directe utilisant le polychlorure d'aluminium*. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 1999. **26**(6): p. 771-781.
66. Le Bellec, F., et al. *Webinaire de restitution des résultats du projet Territoires Durables. Actes de webinaire*. 2023. CIRAD.
67. Nasr, A.B., *Performances des procédés physico-chimiques et membranaires pour l'élimination des ions fluorure dans les eaux de forage: application aux eaux tunisiennes*. 2013, Université Claude Bernard-Lyon I; Université de Sfax (Tunisie).
68. Gueguen, L. and P. Rombauts. *Dosage du sodium, du potassium, du calcium et du magnésium par spectrophotométrie de flamme dans les aliments, le lait et les excreta*. in *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique*. 1961. EDP Sciences.
69. Danioux, C., *Les systèmes de chauffage de l'eau de mer*. 1986.

**CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS**

70. Lachaize, J., *Etude des stratégies et des structures de commande pour le pilotage des systèmes énergétiques à Pile à Combustible (PAC) destinés à la traction*. 2004.
71. Palomino, D., *Aggregation and flocculation kinetics studies of latex colloidal particles, hematite and titanium dioxide nanoparticles in presence of synthetic polymers and natural polyelectrolytes*. 2013, Citeaser.
72. Meghzili, B., Z. Marsa, and M. Medjram, *Optimisation des étapes de clarification de la station de Traitement de l'eau potable de la ville de skikda*. Sciences & Technology. A, exactes sciences, 2008: p. 71-78.
73. de gestion Inclus, O., et al., *SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES*.
74. Bastien, R. and K. Fournier, *Programme d'action communautaire (PAC) en prévention des MTS/VIH dans les Centres jeunesse de Montréal*.
75. Xiong, B., et al., *Polyacrylamide degradation and its implications in environmental systems*. NPJ Clean Water, 2018. **1**(1): p. 17.
76. Yang, T.-H., *Recent applications of polyacrylamide as biomaterials*. Recent Patents on Materials Science, 2008. **1**(1): p. 29-40.
77. Wang, J., et al., *Influence of composite flocculant FeCl₃-APAM on vacuum drainage of river-dredged sludge*. Canadian Geotechnical Journal, 2019. **56**(6): p. 868-875.
78. Rabiee, A., A. Ershad-Langroudi, and H. Jamshidi, *Polyacrylamide-based polyampholytes and their applications*. Reviews in Chemical Engineering, 2014. **30**(5): p. 501-519.
79. Poraj-Kozminski, A., R.J. Hill, and T.G. van de Ven, *Asymmetric polymer bridging between starch-coated colloidal particles and pulp fibres by cationic polyacrylamide*. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 2007. **85**(5): p. 580-585.
80. Feng, L., et al., *Using ultrasonic (US)-initiated template copolymerization for preparation of an enhanced cationic polyacrylamide (CPAM) and its application in sludge dewatering*. Ultrasonics Sonochemistry, 2018. **44**: p. 53-63.
81. Qin, Y., et al., *The thermal gelation behavior and performance evaluation of high molecular weight nonionic polyacrylamide and polyethyleneimine mixtures for in-depth water control in mature oilfields*. Materials, 2020. **13**(18): p. 4142.
82. Peng, Y., et al. *Quality control of polyacrylamide products with infrared spectroscopy*. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. IOP Publishing.
83. Strupat, K., et al., *Matrix-assisted laser desorption ionization mass spectrometry of proteins electroblotted after polyacrylamide gel electrophoresis*. Analytical Chemistry, 1994. **66**(4): p. 464-470.
84. Wu, J., et al., *Effect of demulsifier properties on destabilization of water-in-oil emulsion*. Energy & fuels, 2003. **17**(6): p. 1554-1559.
85. Yao, X., et al., *Synthesis of a novel dendrimer-based demulsifier and its application in the treatment of typical diesel-in-water emulsions with ultrafine oil droplets*. Energy & fuels, 2014. **28**(9): p. 5998-6005.
86. Dalmazzone, C. and H. Seris, *Utilisation de la DSC pour la caractérisation de la stabilité des émulsions eau dans pétrole*. Revue de l'Institut Français du Pétrole, 1998. **53**(4): p. 463-471.
87. Tea, L., *Stabilisation et caractérisation des émulsions eau dans eau stabilisées par des polysaccharides linéaires*. 2020, Le Mans Université.
88. Czarnecki, J., K. Moran, and X. Yang, *On the "rag layer" and diluted bitumen froth dewatering*. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 2007. **85**(5): p. 748-755.
89. ILYES, B., *Etude de système de dessalage au champ OURHOUD*.
90. Selka, C. and A. Kelaiaia, *TRAITEMENT DE L'EMULSION PAR LE DESSALAGE ET LES PRODUITS CHIMIQUES*.

CHAPITRE III ETUDE DE CAS • L'UTILISATION DES COMPOSÉS ORGANIQUE POUR LE
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES REJETS INDUSTRIELS

91. SLIMANI, A. and N. TALEB, *Isolement des Souches Productrices des Biosurfactants*. 2018.
92. de Matos, R.P., *Simulation en dynamique moléculaire des modificateurs de frottement aminés: comportement en diffusion, adsorption et frottement*. 2019, Université de Lyon.
93. Cordes, E. and W. Jencks, *On the mechanism of Schiff base formation and hydrolysis*. Journal of the American Chemical Society, 1962. **84**(5): p. 832-837.
94. Mokhnache, K., A. Karbab, and N. Charef, *SCHIFF BASES: CLASSIFICATION AND APPLICATIONS*. Moroccan Journal of Heterocyclic Chemistry, 2020. **19**(4): p. 19-4 (2020) 16-22.
95. LAMOURIF, A., *L'effet de la concentration et le diluant sur l'extraction liquide-liquide de nickel (II) par une base de schiff (Salicylidèneaniline)*.
96. Noblet 1, J.-P. and É. Simon 2, *La capacité d'absorption, un état de l'art*. Revue management et avenir, 2010(5): p. 33-50.
97. Ratier, A., *Évaluation de la capacité d'échange d'ions des fibres ligno-cellulosiques phosphorylées*. 2017, Université du Québec à Trois-Rivières.
98. Wolkenstein, T. and S.M. Kogan, *L'influence de la lumière sur la capacité d'adsorption et l'activité catalytique des semi-conducteurs*. Journal de Chimie Physique, 1958. **55**: p. 483-489.
99. Rhmoune Meriem, O.Z., *Synthèse, caractérisation et étude des propriétés antibactériennes des bases de Schiff à base de 2-amino-5-nitro-phénols*. 2016.
100. Moudjeb, L. and S. Mebrouki, *Aspet Théorique de Modification chimique de PVC 4000 M avec des amines, synthèses, caractérisation et application*. Université KASDI-MERBAH Ouargla.
101. Chougui, A., *Traitement des effluents de l'industrie pétrolière par procédé membranaire*. 2022.
102. Asselin, M., *Utilisation de l'électrocoagulation dans le traitement des eaux usées industrielles chargées en matière organique*. 2007: Institut National de la Recherche Scientifique (Canada).
103. Aggoun, D., *Synthèse et caractérisation de complexes bases de schiff contenant un résidu moléculaire électropolymerisable électrodes modifiées et application à l'électrolyse en phase supportée*. 2018.
104. Boune, M.V.S., *Valorisation en synthèse organique des phytoconstituants (dérivés du gossypol) extraits de Cienfuegosia Digitata*. Cav. 2019, Normandie Université; Université de Nouakchott.
105. FORTAS, F., *Etude thermodynamique d'extraction liquide-liquide de Cu (II) par l'acide octanoïque*.
106. Bach, C., E. Brangier, and D.L. Scapin, *Comment s'assurer de la facilité d'utilisation d'une nouvelle technologie*. C. Levy-Leboyer, C., Louche, JP., Rolland. Filemanagement des organisations, Paris: Editions d'Organisation, 2005.
107. Lamine, W., *Étude théorique et expérimentale de la structure et de la réactivité de quelques complexes de coordination de zinc contenant des ligands base de Schiff*. 2018, Université de Lyon; Université Tunis El Manar. Faculté des Sciences
108. Zheng, Z., et al., *Removal of heavy metals and organic chemicals in nature-based systems: a comprehensive review Élimination des métaux lourds et des produits chimiques organiques dans les systèmes basés sur la nature: un examen complet*.

CHAPITRE IV

**Partie appliquée des études précédentes de
certains chercheurs**

IV.1.Introduction :

Les composés de Schiff, connus pour leur structure azométhine ($-C=N-$), ont été au centre de nombreuses études scientifiques depuis leur découverte par Hugo Schiff au 19^e siècle. Ces composés organiques offrent une diversité de propriétés chimiques et physiques qui les rendent précieux dans des applications variées telles que la chimie de coordination, la catalyse et les matériaux optoélectroniques. Les recherches antérieures, menées par divers chercheurs à travers les décennies, ont exploré en profondeur leurs propriétés, leurs méthodes de synthèse et leurs applications potentielles. Dans ce chapitre, nous parlerons de certains résultats de certains chercheurs sur le composé organique de Base de schiffe. [109]

IV.2.LES ÉTUDES PRECEDENTES

IV.2.1. Étude de Hugo Schiff (1880) :

Hugo Schiff, un chimiste allemand né en 1834, est célèbre pour ses contributions à la chimie organique, notamment sa découverte et sa caractérisation des composés de Schiff [109]

IV.2.2. Étude de Muhammad Saleh Salga et al. (2018):

Dans leurs recherches, Muhammad Saleh Salga et al. (2018) ont synthétisé et caractérisé des bases de Schiff, 2-aminoéthyl-1,3-diphényl-3-((2-(pipérazin-1-yléthyl) imino)propylidène)-propyléthane-1,2-diamine (L1) avec un rendement de 89% et du sel d'acétimédiate de 2,2-éthylidèneaminoéthyl)phénol-2,2-hydroxybenzalidène)éthyl (L2) avec un rendement de 91%. Les capacités de ces bases de Schiff à éliminer les ions métalliques de Cu, Fe, Co, Cd et Pb ont été étudiées dans des échantillons d'eaux usées provenant de Lambun Dan Lawal, Kofar sauri et Youth Craft Village. La caractérisation a été effectuée en utilisant des techniques spectroscopiques telles que la spectroscopie infrarouge, la conductance molaire, l'UV-Visible, la température de fusion et de décomposition et les tests de solubilité. La spectroscopie d'absorption atomique (AAS) a déterminé la concentration des métaux lourds tant dans les eaux usées que dans les complexes. Les bases de Schiff ont montré des performances remarquables en adsorbant/éliminant les métaux lourds, en particulier le cuivre. Ces résultats suggèrent que les bases de Schiff peuvent servir d'agents chélateurs alternatifs pour l'élimination des métaux lourds des eaux usées, montrant une affinité remarquable pour les métaux lourds en phase aqueuse. Cette caractéristique des bases de Schiff non cycliques souligne leur potentiel dans les applications de traitement des eaux usées.[110]

IV.2.3. Étude de A.S. Abdul (2019):

Dans leur travail de 2019, A.S. Abdul et al. ont étudié l'efficacité d'une base de Schiff dérivée de l'éthylènediamine et du benzaldéhyde pour l'élimination des ions Cr(VI) et Ni(II) des solutions aqueuses en mode discontinu. Les spectres FT-IR ont indiqué la formation du groupe fonctionnel C=N et la coordination des ions métalliques avec des bandes à 164 cm^{-1} et 1644 cm^{-1} , respectivement. L'analyse SEM a révélé des morphologies différentes avant et après l'adsorption. Les paramètres d'adsorption ont été étudiés, montrant des temps d'équilibre de 80 minutes pour le Cr(VI) et de 60 minutes pour le Ni(II), avec des valeurs de pH optimales de 4 et 8, respectivement. Les paramètres thermodynamiques, y compris les variations de l'énergie

libre de Gibbs, de l'enthalpie et de l'entropie, ont été calculés à différentes températures, montrant des valeurs négatives de l'énergie libre de Gibbs, indiquant que le processus d'adsorption était spontané et faisable. La chaleur d'adsorption était de 80928 J/mol pour le Cr(VI) et de 47248 J/mol pour le Ni(II), suggérant une chimisorption et un processus endothermique. Les valeurs d'entropie de 277 J/mol·K pour le Cr et de 168 J/mol·K pour le Ni ont également révélé la spontanéité du processus. Cette étude a conclu que la base de Schiff synthétisée était très efficace pour l'élimination des ions Cr(VI) et Ni(II) des solutions aqueuses, le processus étant dépendant du pH, endothermique, faisable et spontané.[111]

IV.2.4. Étude de Preeti Sharma et al. (2020):

Preeti Sharma et al. (2020) Ont étudié la capacité d'une base de Schiff ancrée avec des nanoparticules d'argent pour l'élimination des ions cadmium(II) des eaux usées industrielles. La base de Schiff a été synthétisée par reflux du salicylaldéhyde et de la 4-aminoantipyrine dans un milieu alcoolique et caractérisée par analyse élémentaire, FTIR, RMN, UV-visible et études spectrales de masse. Les nanoparticules d'argent ont été synthétisées par réduction chimique, ancrées à la base de Schiff, et caractérisées. Des coques d'arachides ont été utilisées comme phase solide pour l'élimination des ions Cd(II). L'étude a optimisé les paramètres d'adsorption incluant le pH, le temps de contact, la concentration initiale en ions métalliques et le poids de l'adsorbant. L'efficacité maximale d'élimination des ions Cd(II) a été atteinte dans des conditions de pH 6 (81%), 15 minutes de temps de contact (93%), concentration initiale de 0,5 ppm (95%) et poids de l'adsorbant de 3 mg (89%). L'adsorption a suivi l'isotherme de Freundlich, indiquant une grande surface spécifique et une petite taille de particules fournissant un maximum de sites actifs pour l'adsorption. Le mécanisme de l'élimination impliquait à la fois la chélation et l'échange d'ions, avec un coefficient de corrélation de l'isotherme de Freundlich (R^2) de 0,9962 surpassant celui de l'isotherme de Langmuir. Dans leur étude de 2020, Preeti Sharma et al. ont examiné la capacité d'une base de Schiff ancrée avec des nanoparticules d'argent (AgNPs) à éliminer les ions cadmium(II) des eaux usées industrielles. La base de Schiff a été synthétisée par reflux du salicylaldéhyde et de la 4-aminoantipyrine dans un milieu alcoolique, et caractérisée par analyse élémentaire, FTIR, RMN, UV-visible et études spectrales de masse. Les nanoparticules d'argent ont été synthétisées par réduction chimique, caractérisées, puis ancrées à la base de Schiff, suivies d'une nouvelle caractérisation. Des coquilles d'arachide ont été utilisées comme phase solide pour l'élimination des ions Cd(II), et les effets de divers paramètres tels que le pH, le temps de contact, la concentration initiale en

ions métalliques et le poids de l'adsorbant ont été optimisés. L'étude a trouvé une efficacité maximale de retrait dans les conditions expérimentales suivantes : pH 6 (81 % de retrait), temps de contact de 15 minutes (93 % de retrait), concentration initiale en ions métalliques de 0,5 ppm (95 % de retrait) et poids d'adsorbant de 3 mg (89 % de retrait). L'adsorption suivait l'isotherme de Freundlich, avec un coefficient de corrélation élevé ($R^2 = 0,9962$), indiquant que l'élimination des ions Cd^{2+} par AgNPs@Schiff base est due à sa grande surface spécifique et à sa petite taille de particules, offrant ainsi un maximum de sites actifs d'adsorption par des mécanismes de chélation et d'échange d'ions.[112]

IV.2.5. Étude de A. Naeimi et al. (2021) :

A. Naeimi et al. (2021) ont mené une étude où le nanochitosane a été extrait des déchets de crevettes et modifié avec un ligand de base de Schiff et de l'oxyde de graphène. Caractérisé par des techniques telles que la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier et la microscopie électronique à balayage, ce biosorbant biodégradable et récupérable a été évalué pour sa capacité à éliminer les métaux lourds, spécifiquement le cuivre et le plomb, des eaux contaminées. L'étude a examiné les effets du pH initial de la solution, de la dose de biosorbant, des concentrations initiales de métaux et du temps de contact sur l'absorption des métaux à travers des expériences par lots. Le nanopolymère a démontré des capacités d'absorption élevées de 466 mg/g pour le plomb et 698,8 mg/g pour le cuivre à un pH de 6, une dose de biomasse de 0,01 g/L, une concentration de métal de 200 mg/L et un temps de contact de 420 minutes. La stabilité structurelle et l'efficacité de l'absorbant ont été confirmées après quatre cycles d'absorption-désorption, avec des capacités d'absorption restant élevées à 343,8 mg/g pour le cuivre et 226,9 mg/g pour le plomb, indiquant son potentiel pour une utilisation répétée. Le bionanohybrid Chit-Schiff-Go, combinant le nanochitosane avec de l'oxyde de graphène, s'est avéré être un biosorbant à faible coût et haute efficacité pour l'élimination des métaux lourds des eaux usées, soulignant son applicabilité pratique pour le traitement des eaux contaminées avec des quantités minimales de biosorbant.[113]

IV.2.6. Étude de Al-Mosawi Fatima Husham et al (2022):

Al-Mosawi Fatima Husham et al (2022) a mené une étude visant à améliorer la qualité des eaux usées collectées du réservoir de sédimentation primaire et secondaire de la station de traitement des eaux usées de Hamdan à Bassorah, en Irak. Compte tenu de la problématique environnementale critique de la contamination par les métaux lourds, l'étude souligne la

nécessité de réduire les polluants dans les eaux usées à des niveaux acceptables avant leur rejet. La recherche examine l'efficacité d'une nouvelle résine polymère, spécifiquement le 3,3'-(1,4-phénylène) bis(1-(4-(4-hydroxybenzylidène) amino) phényle) prop-2-ène-1-one, pour adsorber le cuivre, le cadmium et le plomb des eaux usées. Cette base de Schiff, préparée sur une mousse de polyuréthane et diagnostiquée par les méthodes spectroscopiques FT-IR et $^1\text{H-NMR}$, a démontré d'excellentes capacités de sorption grâce à sa grande surface spécifique et sa composition chimique. Les efficacités de retrait étaient de 100% pour Cd^{2+} , de 100% pour Cu^{2+} dans les eaux usées brutes et le réservoir de sédimentation primaire, et pour Pb^{2+} , de 86%, 64%, et 79% dans les eaux usées brutes, le réservoir de sédimentation primaire et secondaire, respectivement. Le composé de base de Schiff a été synthétisé à partir de dérivés d'aldéhyde aromatique et caractérisé par FT-IR et $^1\text{H-NMR}$, avec une complexation réalisée avec des ions métalliques (Cu^{2+} , Cd^{2+} , et Pb^{2+}). De plus, un copolymère de polyuréthane a été préparé à partir de ce ligand, démontrant son potentiel dans les applications de traitement des eaux usées.[114]

IV.2.7. Étude de Xu Zhang et al. (2022):

Xu Zhang et al. (2022) Ont préparé une nouvelle résine chélatante CPS-AA contenant une base bis-Schiff pour l'adsorption des ions métalliques lourds dans les eaux usées. La synthèse réussie de la structure de la base de Schiff sur la résine chélatante a été confirmée par spectroscopies FT-IR et $^1\text{H NMR}$. Les expériences d'adsorption ont démontré des capacités maximales d'adsorption pour Cu(II) , Pb(II) et Ni(II) de 3,74, 1,02 et 2,87 mmol/g, respectivement. Le matériau a montré une excellente sélectivité et réutilisabilité de l'adsorption, avec un mécanisme d'adsorption supposé impliquer une coordination à quatre dents, améliorant l'étirement de la chaîne moléculaire et augmentant la capacité et la stabilité d'adsorption des ions métalliques lourds. De plus, les composites adsorbés par Cu (CPS-AA-Cu) ont été utilisés comme catalyseurs pour la réduction et l'élimination de 4-NP en solution aqueuse, montrant une performance catalytique excellente, capable de supprimer complètement 4-NP en moins de 5 minutes en présence de NaBH_4 . La grande surface spécifique du matériau, indiquée par les résultats BET, a contribué à sa capacité d'adsorption significative et à son potentiel catalytique, indiquant un bon potentiel d'application pour le traitement des eaux usées et les applications catalytiques.[115]

IV.2.8. Étude de Huda Y. Sharef et al (2022) :

Huda Y. Sharef et al (2022) a synthétisé un nouvel aldéhyde, le 2,2'-[propane-1,3-diylbis(oxy)] dibenzaldéhyde, en faisant refluxer de la 2-hydroxy acétophénone et du 2-hydroxy 1,3-dichloropropane dans un milieu alcoolique, et l'a caractérisé en utilisant l'analyse élémentaire, la spectroscopie FTIR et RMN. Le nouvel aldéhyde a réagi avec le chitosane extrait pour former une base de Schiff. L'adsorption des ions métalliques Cu(II), Cr(III) et Zn(II) a été examinée en fonction de la concentration initiale en ions métalliques, du temps d'exposition, du poids de l'imine et du pH. L'adsorption suivait une réaction du second ordre et le modèle de Langmuir, avec des capacités d'adsorption (q_e) de 25 mg/g pour Cu(II), 121 mg/g pour Zn(II) et 26,31 mg/g pour Cr(III). Les valeurs négatives de l'énergie libre de Gibbs indiquaient une adsorption spontanée, et les tests d'adsorption/désorption montraient une grande réutilisabilité. Le chitosane a été fonctionnalisé de manière covalente sur la surface de l'aldéhyde, et diverses méthodes spectroscopiques ont confirmé les propriétés physico-chimiques. La base d'imine-Schiff a démontré une élimination efficace, rapide et économique des ions métalliques lourds, avec des cinétiques d'adsorption suivant un modèle pseudo-second ordre et des données d'équilibre correspondant bien au modèle de Langmuir, indiquant une couverture monomoléculaire à la surface externe de la base d'imine-Schiff. Cette méthode est une approche fiable, moins dangereuse, rentable et efficace en termes de temps pour l'adsorption des ions métalliques lourds.

Les problèmes de santé graves dus aux métaux lourds nécessitent la mise en œuvre pratique et le développement de matériaux adsorbants à faible coût pour éliminer ces contaminants de l'écosystème. [116]

IV.2.9. Étude de Noreen Khan et al 2023:

Noreen Khan et al (2023) ont synthétisé une base de Schiff, la dimérique o-toluidine (SBL), l'ont caractérisée par analyse spectroscopique et l'ont appliquée comme adsorbant pour la capture des métaux lourds à partir d'échantillons d'eau et de sol contaminés. Le SBL, avec sa grande surface spécifique et son petit volume, a efficacement éliminé Cu(II), Co(II) et Zn(II) des deux types d'échantillons. L'efficacité d'adsorption a été étudiée par une technique en batch dans différentes conditions telles que la concentration en ions métalliques, le pH, le temps de contact et la concentration de SBL. Le potentiel d'adsorption a été analysé en utilisant les isothermes de Langmuir et de Freundlich, le modèle de Freundlich montrant des coefficients de corrélation (R^2) plus élevés de 0,9711, 0,9436 et 0,9421 pour les échantillons d'eau et de 0,8829, 0,9368 et 0,8602 pour les échantillons de sol, comparé au modèle de Langmuir, indiquant un

meilleur ajustement. L'équilibre d'adsorption a été atteint en 90 minutes pour les échantillons aqueux et en 1 440 minutes pour les échantillons de sol, avec des capacités d'adsorption maximales ($q_{\max}$) de 75,75, 62,50 et 9,17 mg/g pour Cu(II), Zn(II) et Co(II) dans les échantillons aqueux, et de 10,95, 64,10 et 88,49 mg/g pour Zn(II), Cu(II) et Co(II) dans les échantillons de sol. L'adsorption était chimique et multicouche sur une surface hétérogène, avec des valeurs du facteur de séparation (SF) inférieures à l'unité, indiquant une sorption favorable des ions métalliques par SBL. L'efficacité du SBL dans la sorption des métaux a été $\text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Co}^{2+}$ pour les échantillons aqueux et $\text{Co}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ pour les échantillons de sol, démontrant son potentiel comme matériau à faible coût et efficace pour l'élimination des métaux lourds.[117]

IV.3. Comparaison des résultats :

Les études de Muhammad Saleh Salga et al. (2018), A.S. Abdul et al. (2019), Preeti Sharma et al. (2020), et Al-Mosawi Fatima Husham et al. (2022) ont toutes démontré l'efficacité des bases de Schiff pour l'élimination des ions métalliques des solutions aqueuses et des eaux usées, en utilisant diverses techniques de caractérisation et d'adsorption. Salga et al. ont synthétisé des bases de Schiff avec des rendements de 89% et 91%, et ont montré une élimination remarquable de Cu, Fe, Co, Cd et Pb, avec une performance particulièrement élevée pour le cuivre. Abdul et al. ont utilisé une base de Schiff dérivée de l'éthylènediamine et du benzaldéhyde, démontrant une adsorption efficace de Cr(VI) et Ni(II), avec des processus d'adsorption chimique et des mécanismes endothermiques. Sharma et al. ont étudié une base de Schiff ancrée avec des nanoparticules d'argent, obtenant des résultats optimaux pour l'élimination des ions Cd(II) dans des eaux usées industrielles, avec une adsorption suivant l'isotherme de Freundlich. Husham et al. ont utilisé une nouvelle résine polymère pour adsorber Cu, Cd et Pb, montrant une efficacité de retrait élevée grâce à la grande surface spécifique et la composition chimique de la base de Schiff. Ces études démontrent toutes le potentiel significatif des bases de Schiff comme agents chélateurs pour l'élimination des métaux lourds des eaux usées, chaque approche offrant des avantages distincts en termes de mécanismes d'adsorption et de conditions optimales d'élimination.[118]

IV.4.Conclusion :

Les bases de Schiff ont été largement étudiées comme agents efficaces dans le traitement des eaux pour les métaux lourds en raison de leurs capacités exceptionnelles d'adsorption et de leur sélectivité. Diverses études ont mis en évidence le potentiel des bases de Schiff telles que la o-toluidine dimérique, une nouvelle résine , la résine chélatante, et la cellulose modifiée portant des groupes chélatants hétérocycliques pendulaires . Ces bases de Schiff ont montré des capacités remarquables d'adsorption pour une gamme de métaux lourds, y compris Cu(II), Zn(II), Co(II), Pb(II), Ni(II), Cd(II), et plus encore. Les matériaux synthétisés ont exhibé des efficacités de retrait élevées, d'excellentes capacités de sorption, et des résultats prometteurs dans les applications de traitement des eaux usées, soulignant leur nature multifonctionnelle et leur potentiel de mise en œuvre pratique dans les processus de traitement des eaux.

LES REFERENCE

108. Zheng, Z., et al., *Removal of heavy metals and organic chemicals in nature-based systems: a comprehensive review Élimination des métaux lourds et des produits chimiques organiques dans les systèmes basés sur la nature: un examen complet.*
109. Schiff, H., *Ueber Acetyl-derivate des Aesculins und Aesculetins.* Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 1880. **13**(2): p. 1950-1953.
110. Salga, M.S., M.M. Yusuf, and U.S. Usman, *Synthesis and evaluation of the efficacies of some Schiff bases for the removal of heavy metals from wastewater.* Science World Journal, 2018. **13**(4): p. 108-114.
111. Slathia, P.S., et al., *Dilute acid pretreatment of pine needles of Pinus roxburghii by response surface methodology for bioethanol production by separate hydrolysis and fermentation.* Biomass Conversion and Biorefinery, 2020. **10**: p. 95-106.
112. Sharma, P., P. Panday, and R. Dangwal, *Determinants of environmental, social and corporate governance (ESG) disclosure: a study of Indian companies.* International Journal of Disclosure and Governance, 2020. **17**(4): p. 208-217.
113. Barman, A., et al., *The 2021 magnonics roadmap.* Journal of Physics: Condensed Matter, 2021. **33**(41): p. 413001.
114. Husham, A.-M.F., A. Al-Abbawy Dunya, and F. Abbas Abbas, *Synthesis, Analytical and Uptake Behavior of Copper, Cadmium and Lead by New Schiff-base Chelating resin.* Research Journal of Chemistry and Environment Vol, 2022. **26**: p. 12.
115. Guo, J., et al. *Cmt: Convolutional neural networks meet vision transformers.* in *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition.* 2022.
116. Sharef, H.Y. and N.A. Fakhre, *Rapid adsorption of some heavy metals using extracted chitosan anchored with new aldehyde to form a schiff base.* PloS one, 2022. **17**(9): p. e0274123.
117. Khan, N., et al., *Anchoring zero-valent Cu and Ni nanoparticles on carboxymethyl cellulose-polystyrene–block polyisoprene–block polystyrene composite films for nitrophenol reduction and dyes degradation.* Journal of Polymers and the Environment, 2023. **31**(2): p. 608-620.
118. Guadouri, H.-A., *Synthèse chimique de complexes-base de Schiff diiminiques, caractérisation spectrale et étude par voltampérométrie cyclique: applications.* 2022.

Conclusion général

Conclusion générale

Les effluents industriels pourraient être gérés plus efficacement grâce à l'utilisation décomposés organiques dans le traitement des eaux usées. Leur mise en œuvre présente l'avantage de préserver la nature et d'élargir l'implantation d'une industrie plus propre et plus saine. Néanmoins, des travaux de recherche supplémentaires doivent être menés afin d'obtenir de meilleurs résultats grâce à cette technologie.