الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

Université Sétif 1 Ferhat ABBAS

Faculté des Sciences

Département : chimie

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Chimie

Spécialité : Master en Chimie de l'environnement

Thème

Détermination de l'efficacité du traitement des effluents d'une unité de traitement de surface : cas de l'entreprise BCR

Présenté par :

-Ayad Soufiane

Date de soutenance : 28/06/2026

Jury de Soutenance

Présidente du jury	**G. FOURA**	**Université Sétif 1 Ferhat ABBAS**
Examinatrice	**L. DEHIMI**	**Université Sétif 1Ferhat ABBAS**
Encadreur	**M. Fodil**	**Université Sétif 1Ferhat ABBAS**
Co-encadrante	**S. Maane**	**Université Sétif 1Ferhat ABBAS**

Promotion 2025-2026

Table des matières

I. Liste des symboles et des abréviations IV

Liste des Tableaux VI

Liste des Figures VII

Introduction générale 1

Partie Bibliographique 3

I. Chapitre I : Synthèse bibliographique sur les effluents industriels 4

I.1 Introduction 5

I.2 Généralités sur la pollution de l'eau : 5

I.2.1 Différentes formes de la pollution d'eau : 5

I.2.2 Effluents industriels et leurs caractéristiques : 6

I.2.3 Effluents issus des industries de traitement de surface 8

I.2.4 Composition chimique des effluents de traitement de surface 8

I.3 Perspectives de traitement et économie circulaire 11

I.4 Paramètres physico-chimiques 12

I.5 Normes de rejet : 12

I.6 Conclusion 13

II. Chapitre II : Techniques de traitement des effluents industriels 14

II.1 Introduction 15

II.2 Traitements physico-chimiques 15

II.2.1 Neutralisation : 15

II.2.2 Coagulation-floculation 16

II.2.3 Précipitation chimique 16
II.2.4 Traitements par adsorption 16
II.2.5 Traitements par échange d'ions 18
II.2.6 Résines cationiques 18
II.2.7 Résines anioniques 18
II.2.8 Traitement biologique des eaux usées 19
II.3 . Réutilisation et recyclage des eaux industrielles 19
II.3.1 Principes généraux de la réutilisation industrielle 19
II.3.2 Le concept de Zéro Rejet Liquide (ZLD) 20
II.4 Conclusion 21
Partie Expérimentale 22
I. Présentation de l'entreprise et description du procédé de traitement 23
I.1 Introduction 24
I.2 Présentation de l'entreprise BCR : 24
I.3 Description du procédé de traitement de surface : 24
I.3.1 Procédés de fabrication de la robinetterie 24
I.4 Caractéristiques des effluents générés 27
I.5 Origine et typologie des effluents générés 28
I.5.1 Types des eaux polluées de l'entreprise: 29
I.6 Description du système de traitement des effluents 29
I.6.1 Filière V1 : Traitement physico-chimique 30
I.6.2 Filière V2 : Traitement par adsorption et échange d'ions 31
I.7 Schéma de circulation des effluents 33
I.8 Identification des points de prélèvement 34
I.9 Conclusion 34

II. Matériels et méthodes....36
II.1 Introduction....37
II.2 Echantillonnage:....37
II.2.1 Contexte et contraintes de l'échantillonnage....37
II.2.2 Points de prélèvement réalisés....38
II.2.3 Techniques et conditions de prélèvement....38
II.3 Matériels et Méthodes analytiques utilisées :....39
II.3.1 Première phase : analyses in situ au laboratoire de l'usine....39
II.3.2 Deuxième phase : analyses au laboratoire universitaire....41
II.4 Schéma de Prélèvement et analyse des échantillons....44
....44
II.5 Méthodes des traitements....45
II.5.1 Adsorption par la poudre des feuilles d'olive....45
II.5.2 Méthode 2 : Précipitation....45
II.5.3 Méthode 3 : Combinaison des deux méthodes....45
II.5.4 Schéma de Méthodes des traitements....46
II.6 Conclusion....47
III. Résultats et Discussion....48
III.1 Introduction....49
III.2 Partie I : Analyse des Eaux....49
III.2.1 Eaux Biologiques....49
III.2.2 Eaux Industrielles....53
III.2.3 Paramètres de Pollution Organique des Eaux Industrielles....55
III.2.4 Métaux Lourds dans les Eaux Industrielles....55
III.3 1. Contexte et Objectifs....61

III.3.1 Méthode 1 : Adsorption sur Poudre de Feuilles d'Olivier 62
III.3.2 Méthode 2 : Précipitation Chimique à pH = 12 65
III.3.3 Méthode 3 : Application Séquentielle (Précipitation + Adsorption) 66
III.4 Conclusions 68
Conclusion générale 69
Références bibliographiques 71
Annexes 73

Résumé

Ce travail porte sur la caractérisation des effluents industriels et biologiques de l'entreprise BCR (unité de traitement de surface) et sur l'évaluation de la conformité de sa station de traitement vis-à-vis du Décret exécutif algérien n° 06-141. Les analyses physico-chimiques (pH, conductivité, DCO, MES) et métalliques (Cr, Cu, Ni, CN^-), réalisées à la fois au laboratoire interne de BCR et au laboratoire de l'Université Ferhat Abbas Sétif 1, révèlent des dépassements importants pour le chrome, le cuivre, et le nickel, principalement liés à un pH de précipitation insuffisant, à l'absence d'étape de décomplexation et à l'indisponibilité de la filière de polissage V2. Trois méthodes de traitement complémentaires ont été testées à l'échelle du laboratoire : l'adsorption sur poudre de feuilles d'olivier, la précipitation chimique à pH 12, et leur combinaison. Si l'adsorption seule s'avère peu efficace face aux métaux complexés, la précipitation à pH 12 permet d'atteindre des rendements supérieurs à 97 % pour tous les métaux étudiés, et sa combinaison avec l'adsorption offre la meilleure marge de sécurité réglementaire. Des recommandations opérationnelles sont proposées pour améliorer durablement les performances de la station BCR.

Mots-clés : effluents industriels, traitement de surface, métaux lourds, précipitation chimique, adsorption, feuilles d'olivier, décret 06-141, BCR

Abstract

This study focuses on the characterization of industrial and biological effluents from the BCR company (a surface treatment unit) and on assessing the compliance of its treatment plant with Algerian Executive Decree No. 06-141. Physicochemical analyses (pH, conductivity, COD, MES) and heavy metal analyses (Cr, Cu, Ni, CN^-), carried out both at BCR's in-house laboratory and at the Ferhat Abbas Sétif 1 University laboratory, reveal a significant exceedances for chromium, copper and nickel, mainly attributed to an insufficient precipitation pH, the absence of a decomplexation step, and the unavailability of the V2 polishing line. Three complementary treatment methods were tested at laboratory scale: adsorption on olive leaf powder, chemical precipitation at pH 12, and their combination. While adsorption alone proved poorly effective against complexed metals, precipitation at pH 12 achieved removal efficiencies above 97% for all studied metals, and its combination with adsorption provided the best regulatory safety margin. Operational recommendations are proposed to durably improve the performance of the BCR treatment plant.

Keywords: industrial effluents, surface treatment, heavy metals, chemical precipitation, adsorption, olive leaves, decree 06-141, BCR

الملخص

يتناول هذا العمل توصيف المياه العادمة الصناعية والبيولوجية الخاصة بمؤسسة BCR (وحدة المعالجة السطحية)، وتقييم مدى مطابقة محطة المعالجة التابعة لها لمتطلبات المرسوم التنفيذي الجزائري رقم 06-141. وقد أُجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية، المتمثلة في الرقم الهيدروجيني(pH) ، والناقلية الكهربائية، والطلب الكيميائي على الأكسجين(DCO) ، والمواد العالقة(MES) ، بالإضافة إلى تحاليل المعادن الثقيلة مثل الكروم(Cr) ، والنحاس(Cu) ، والنيكل(Ni) ، وأيونات السيانيد(CN^-) ، وذلك في كل من المخبر الداخلي لمؤسسة BCR ومخبر جامعة فرحات عباس سطيف 1.

أظهرت النتائج تسجيل تجاوزات معتبرة في تراكيز الكروم والنحاس والنيكل، ويرجع ذلك أساسًا إلى عدم كفاية قيمة الرقم الهيدروجيني المستعملة في مرحلة الترسيب الكيميائي، وغياب مرحلة إزالة التعقيد الكيميائي للمعادن(Décomplexation) ، بالإضافة إلى عدم تشغيل وحدة التلميع النهائية.V2

ولتحسين كفاءة المعالجة، تم اختبار ثلاث تقنيات تكميلية على المستوى المخبري، وهي: الامتزاز باستعمال مسحوق أوراق الزيتون، والترسيب الكيميائي عند قيمة pH تساوي 12، بالإضافة إلى الجمع بين الطريقتين. وقد أظهرت النتائج أن الامتزاز وحده كان محدود الفعالية في إزالة المعادن الموجودة على شكل معقدات، في حين سمح الترسيب الكيميائي عند $pH = 12$ بتحقيق مردود إزالة تجاوز 97% لجميع المعادن المدروسة. كما وفر الجمع بين الترسيب والامتزاز أفضل هامش أمان فيما يتعلق بالامتثال للمعايير التنظيمية.

وفي ضوء هذه النتائج، تم اقتراح مجموعة من التوصيات التشغيلية بهدف تحسين الأداء المستدام لمحطة معالجة المياه العادمة التابعة لمؤسسة.BCR

الكلمات المفتاحية:

المياه العادمة الصناعية، المعالجة السطحية، المعادن الثقيلة، الترسيب الكيميائي، الامتزاز، أوراق الزيتون، المرسوم التنفيذي 06-141، BCR.