

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



Département de Génie Chimique
Laboratoire de Valorisation des Énergies Fossiles

Mémoire de Projet de Fin d'Études
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état en Génie Chimique

Thème

***Etude de l'action d'un extrait de plante sur la corrosion de
l'aluminium en milieux acide et basique***

Présenté par : OUKOUKES Kenza
Sous la direction de : Mme TOUAZI Souad

Présenté et soutenue publiquement le 23/06/2025

Composition du Jury :

Présidente	Mme Saliha HADDOUM	M.C.A	ENP
Promotrice	Mme Souad TOUAZI	M.C.A	ENP
Examinatrice	Mme Leila BENSADALLAH	M.C.B	ENP
Invitée	Mme Nadia ZAIDI	Docteur	Université de béjaia

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



Département de Génie Chimique
Laboratoire de Valorisation des Énergies Fossiles

Mémoire de Projet de Fin d'Études
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état en Génie Chimique

Thème

***Etude de l'action d'un extrait de plante sur la corrosion de
l'aluminium en milieux acide et basique***

Présenté par : OUKOUKES Kenza
Sous la direction de : Mme TOUAZI Souad

Présenté et soutenue publiquement le 23/06/2025

Composition du Jury :

Présidente	Mme Saliha HADDOUM	M.C.A	ENP
Promotrice	Mme Souad TOUAZI	M.C.A	ENP
Examinatrice	Mme Leila BENSADALLAH	M.C.B	ENP
Invitée	Mme Nadia ZAIDI	Docteur	Université de bējaia

ملخص: دراسة تأثير مستخلص نباتي على تآكل الألمنيوم في وسطين حمضي وقاعدي: يهدف هذا العمل إلى تقييم فعالية مستخلص أوراق الزيتون البري كمثبط لتآكل الألمنيوم في وسطين مختلفين: حمض كلور الماء وهيدروكسيد الصوديوم.

تم تقييم فعالية التثبيط باستخدام عدة تقنيات منها: القياس الوزني، القياسات الكهروكيميائية الزمنية (الكرونوبوتنتشيو مترية الاستقطاب الديناميكي، مطيافية الممانعة الكهروكيميائية، والمطيافية فوق البنفسجية - المرئية. أظهر تحليل أطياف الأشعة تحت الحمراء لمسحوق احتواءه على العديد من المجموعات الوظيفية مثل $C=O$, $C-N$, $C-O$, $N-H$, $O-H$, $C=C$. أظهرت النتائج أن مستخلص أوراق الزيتون البري يشبط تآكل الألمنيوم بشكل جيد في كلا الوسطين، حيث يعمل كمثبط مختلط، وأن التفاعلات عند واجهة الألمنيوم/المستخلص تعود إلى الامتزاز الفيزيائي. كما أكدت صور المجهر الإلكتروني الماسح والمجهر الضوئي أن سطح الألمنيوم المعالج بالمثبط أقل تآكلاً بشكل واضح مقارنة بالسطح غير المعالج، وذلك في كلا الوسطين المدروسين.

الكلمات المفتاحية: تآكل الألمنيوم، مثبط أخضر، مستخلص أوراق الزيتون البري.

Abstract: Study of the Effect of a Plant Extract on the Corrosion of Aluminum in Acidic and Basic Media

The aim of this study is to evaluate the effectiveness of wild olive leaf extract as a corrosion inhibitor for aluminum in two different media: 0.5 M HCl and 0.1 M NaOH. The inhibition efficiency was assessed using several techniques, including gravimetric analysis, chronopotentiometry, potentiodynamic polarization, electrochemical impedance spectroscopy (EIS), and UV-Visible spectroscopy. Infrared (IR) spectroscopy of the FOS powder revealed the presence of several functional groups, including O-H, N-H, C=O, C-O, C-N, and C=C. The results showed that wild olive leaf extract (FOS) effectively inhibits the corrosion of aluminum in both media, acting as a mixed-type inhibitor, and that the interactions at the aluminum/extract interface are characteristic of physisorption. Scanning electron microscopy (SEM) and optical microscopy images confirmed that the surface of the inhibited aluminum is significantly less corroded than the uninhibited surface, regardless of the studied medium.

Keywords: Aluminum corrosion, green inhibitor, wild olive leaf extract.

Résumé : Etude de l'action d'un extrait de plante sur la corrosion de l'aluminium en milieux acide et basique

Le but de la présente étude est d'évaluer l'efficacité de l'extrait de feuilles d'olivier sauvage comme agent inhibiteur de l'aluminium dans deux milieux : HCl 0,5M et NaOH 0,1M. L'efficacité inhibitrice a été évaluée en utilisant différentes techniques à savoir, la gravimétrie, la chronopotentiométrie, la polarisation potentiodynamique, la spectroscopie d'impédance électrochimique et la spectroscopie UV-Visible. L'analyse des spectres infra-rouge de la poudre de FOS a révélé que cette dernière contient plusieurs groupes fonctionnels O-H, N-H, C=O, C-O, C-N et C=C. Les résultats obtenus ont montré que l'extrait de feuilles d'olivier (FOS) inhibe de manière satisfaisante la corrosion de l'aluminium dans les deux milieux, en agissant comme inhibiteur mixte et les interactions à l'interface aluminium/extrait sont typiques de la physisorption. Les images de la microscopie électronique à balayage (MEB) et de microscopie optique confirment que la surface de l'aluminium inhibée est nettement moins corrodée que celle de l'aluminium non inhibé, quelque soit le milieu étudié.

Mots-clés : Corrosion de l'Aluminium, Inhibiteur vert, Extrait de feuilles d'olivier sauvage.

Remerciement

Ce mémoire est l'aboutissement d'un travail soutenu, guidé par la volonté de Dieu le Tout-Puissant et le Tout-Miséricordieux, qui m'a accordé la force, la persévérance et la clarté nécessaires tout au long de cette recherche scientifique.

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Madame TOUAZI Souad**, qui a été bien plus qu'une encadrante - une véritable guide, une source d'inspiration et de réconfort, pour son accompagnement précieux, sa disponibilité, son expertise et sa bienveillance. Ses conseils éclairés et son soutien constant ont été déterminants dans l'avancement et la qualité de ce travail et ils m'ont apporté une force inestimable.*

*Je remercie également **Madame Ouardia REBAS**, cheffe du département de Génie Chimique, pour son encadrement général et son appui tout au long de mon parcours.*

*Mes remerciements s'adressent aussi aux membres du jury, **Madame Saliha HADDOUM** et **Madame Leïla BENSADALLAH**, pour l'évaluation rigoureuse et enrichissante de ce travail.*

*Un remerciement tout particulier à **Madame ZAIDI Nadia**, enseignante-chercheuse, pour son aide précieuse, ses conseils pertinents, qui ont grandement contribué à approfondir ma réflexion.*

*Je tiens également à remercier les membres du **laboratoire LECVE**, les doctorantes et les techniciens du département Génie des Procédés de **l'Université de Bejaïa**, ainsi que le centre de recherche **CRAPC** pour leur soutien technique et le **laboratoire du département des mines**.*

Ma gratitude s'étend à l'ensemble des enseignants du département de Génie Chimique pour la qualité de leur encadrement tout au long de mon parcours.

Enfin, je remercie chaleureusement toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire. Votre soutien et vos encouragements ont été d'un apport inestimable, et je vous en suis profondément reconnaissante.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents, piliers de ma vie, qui ont été la véritable source de ma réussite. Vous m'avez transmis les valeurs essentielles du travail, de la patience et de la persévérance. Votre amour, vos sacrifices et votre soutien inconditionnel ont été ma plus grande force.

À mes sœurs et à mon frère, merci d'avoir toujours été présents à mes côtés, que ce soit dans les moments de stress ou de joie. Votre présence réconfortante m'a portée et encouragée tout au long de mon parcours.

Je dédie également ce mémoire à mes amies Kenza et Kahina, à mon ami Massi, ainsi qu'à mon cousin Hcen. Merci pour votre écoute, votre aide, vos conseils et surtout votre soutien. Vous avez été, chacun à votre manière, ma force dans les moments de doute, et ma joie dans les moments de réussite.

Avec toute ma gratitude,

Kenza

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 13

PARTIE 1 : Etude bibliographique 15

Chapitre 1 : Généralités sur le phénomène de corrosion..... 16

1.1 Définition de la corrosion..... 17

1.2 Les mécanismes fondamentaux de la corrosion des métaux..... 17

1.3 Les types de corrosion..... 18

1.3.1 La corrosion chimique 18

1.3.2 La corrosion électrochimique..... 18

1.3.3 La corrosion bactérienne..... 18

1.4 Les formes de corrosion 18

1.5 Les facteurs influençant la corrosion 20

1.5.1 Nature du métal..... 20

1.5.2 Nature de l'environnement corrosif 20

1.6 La corrosion de l'aluminium..... 21

1.6.1 Domaine de corrosion 22

1.6.2 Domaine de passivation 23

1.6.3 Domaine d'immunité 23

1.7 Importance économique de la corrosion des métaux 23

1.8 Méthodes de protection contre la corrosion 24

1.9 Méthodes d'évaluation de la corrosion 25

1.9.1 La méthode gravimétrique 25

1.9.2 Les méthodes électrochimiques 26

Chapitre 2 : Les inhibiteurs de corrosion et les procédés d'extraction 28

2.1 Définition des inhibiteurs de corrosion 29

2.2 Propriétés des inhibiteurs de corrosion 29

2.3 Classification des inhibiteurs 29

2.3.1 Classification selon le mode d'action 29

2.3.2 Classification selon le mécanisme réactionnel..... 30

2.3.3 Classification selon le domaine d'application	30
2.3.4 Classification selon la composition chimique.....	31
2.4 L'olivier sauvage.....	32
2.4.1 L'origine de l'olivier sauvage	32
2.4.2 Composition chimique de l'olivier sauvage	33
2.5 L'extraction	34
2.5.1 Définition de l'extraction	34
2.5.2 Les méthodes d'extraction	34
2.5.3 Facteurs influençant l'extraction.....	37
PARTIE 2 : Approche pratique	38
Chapitre 3 : Techniques d'analyses et protocoles expérimentaux.....	39
3.1 Protocoles expérimentaux pour étudier l'effet inhibiteur de corrosion de l'aluminium par l'extrait de feuilles d'olivier sauvage	40
3.1.1 L'extraction des feuilles d'olivier sauvage	40
3.1.2 Préparation de l'échantillon	41
3.1.3 Les milieux corrosifs.....	41
3.1.4 La cellule électrochimique	41
3.2 Instruments expérimentaux pour étudier l'effet inhibiteur de corrosion de l'aluminium par l'extrait de feuilles d'olivier sauvage	42
3.2.1 Dispositif expérimental de mesure potentiostatique et galvanostatique	42
3.2.2 Dispositif expérimental de mesure de l'impédance électrochimique	44
3.3 Evaluation de l'énergie d'activation	46
3.4 Techniques de caractérisation utilisées pour évaluer l'effet inhibiteur de l'extrait de feuilles d'olivier sauvage sur la corrosion de l'aluminium	47
3.4.1 Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR).....	47
3.4.2 Spectroscopie UV-Visible	47
3.4.3 Microscope optique.....	47
3.4.4 Microscope Électronique à Balayage (MEB)	47
Chapitre 4 : Résultats et discussion	48
4.1 Identification des groupes fonctionnels de l'inhibiteur par analyse infrarouge	49
4.2 Tests d'évaluation de l'efficacité inhibitrice de l'extrait de feuilles d'olivier sauvage (FOS) dans la solution agressive de NaOH 0,1 M	50
4.2.1 Tests gravimétriques	50
4.2.2 Mesures électrochimiques.....	52

4.3 Tests d'évaluation de l'efficacité inhibitrice de l'extrait de feuilles d'olivier sauvage (FOS) dans la solution agressive de HCl 0,5 M	58
4.3.1 Tests gravimétriques	58
4.3.2 Mesures électrochimiques.....	60
4.4 Tests de caractérisation	65
4.4.1 Spectre UV–Visible de la solution avec inhibiteur avant et après immersion.....	65
4.4.2 Analyses de surface avec la microscopie optique et la MEB	68
Conclusion générale	71
Références bibliographiques	74

Confidentiel