

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences appliquées

Département de Génie des Procédés

Mémoire fin d'études

MASTER ACADEMIQUE

**Domaine:** Science et technologie **Filière:** Industrie pétrochimique **Spécialité :** Génie du Raffinage

**Présenté Par :**

BOUHRIRA Zouhir.  
DOUABA Ahmed.

Thème:

**Etude de l'inhibition de la corrosion de l'acier au carbone  
par l'extrait d'*Artémisa Herba Alba* dans le milieu acide  
sulfurique 0.5 M**

**Soutenu publiquement le: 12/06/2023 Devant le jury composé de:**

M<sub>r</sub> BACHA Oussama

MCA (UKMOuargla)

Président

M<sub>r</sub> TABCHOUCH Ahmed

MCB (UKMOuargla)

Examineur

M<sub>me</sub>. GHIABAZineb.

Pr (UKMOuargla)

Encadreur

**Année Universitaire: 2022/2023**

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes très chers parents, en témoignage et en gratitude de leur dévouement et leur soutien permanent durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leur réconfort moral et tous les efforts qu'ils ont consentis pour mon éducation et Mon instruction pour me voir réussir un jour. Que dieu le garde inchallah.*

*À mes frère ; À mes sœurs ; À toute la famille "Bouhrira " & "Ouanis "*

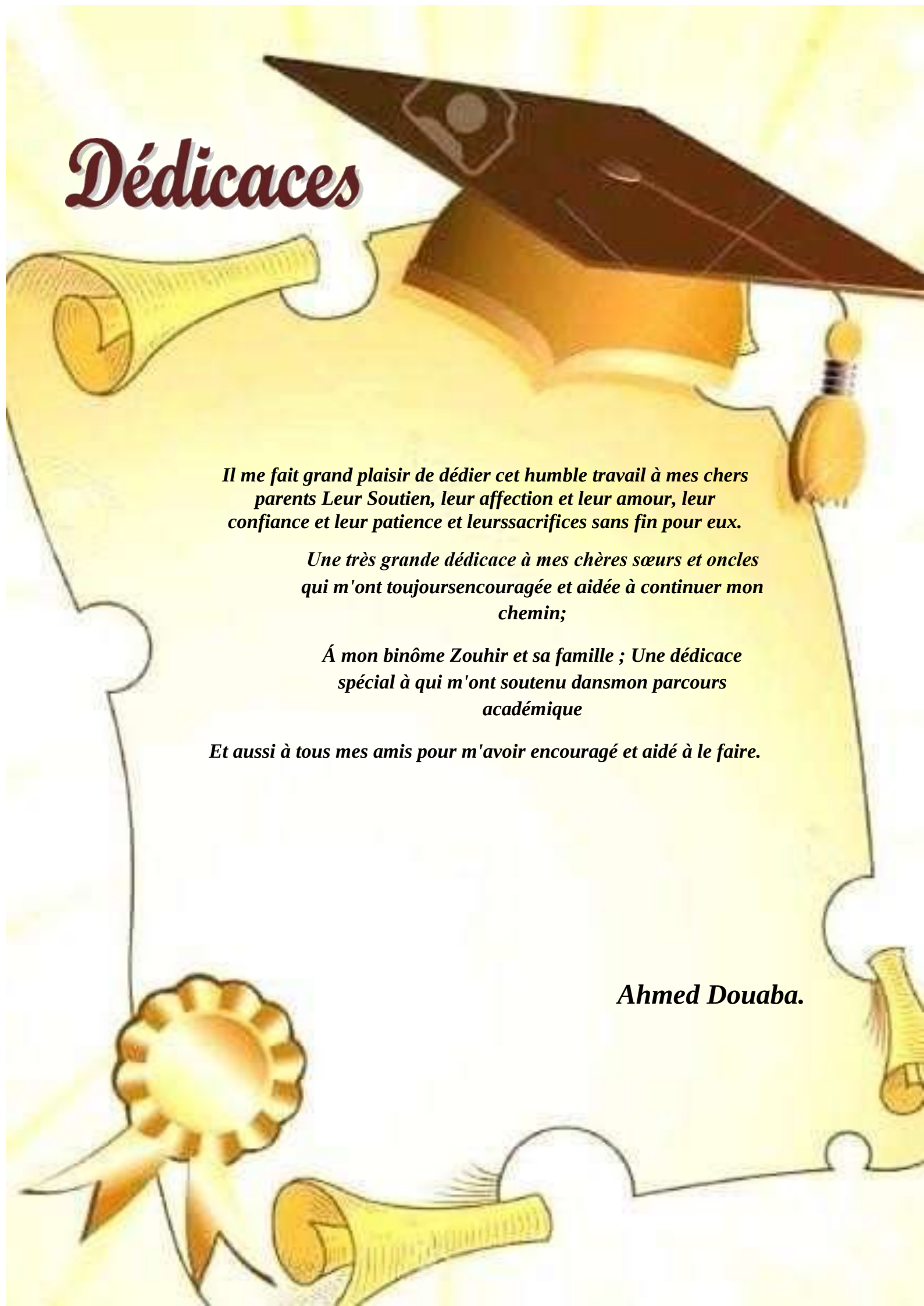
*À mon binôme Ahmed et sa famille ; Une dédicace spécial à qui m'ont soutenu dansmon parcours académique*

*À tous mes collègues de 2ème année master" Raffinage*

*"À tous mes amies ".*

**Bouhrira Zouhir**

# *Dédicaces*



*Il me fait grand plaisir de dédier cet humble travail à mes chers  
parents Leur Soutien, leur affection et leur amour, leur  
confiance et leur patience et leurs sacrifices sans fin pour eux.*

*Une très grande dédicace à mes chères sœurs et oncles  
qui m'ont toujours encouragée et aidée à continuer mon  
chemin;*

*À mon binôme Zouhir et sa famille ; Une dédicace  
spécial à qui m'ont soutenu dans mon parcours  
académique*

*Et aussi à tous mes amis pour m'avoir encouragé et aidé à le faire.*

**Ahmed Douaba.**

# *Remerciements*

*Louange à Allah, par Sa grâce, les bonnes actions sont accomplies. Nous remercions Allah de nous avoir accordé la patience et la force pour mener à bien ce travail. Nous remercions également notre enseignante et superviseure Pr.GHIABA ZINEB pour sa patience, ses conseils et son accompagnement dans ce travail.*

*Nous remercions également les membres du jury, le Dr BACHA Oussama et le Dr TABCHOUCHE Ahmed, pour avoir examiné notre thèse et nous avoir alertés sur nos erreurs. Nous leur sommes infiniment reconnaissants pour leur bienveillance et leur soutien. Les mots ne suffisent pas pour exprimer notre gratitude envers eux.*

## Résumé :

La plupart des secteurs industriels sont confrontés au problème de la corrosion, qui entraîne souvent de grandes pertes. Dans le cas des opérations industrielles, les métaux sont exposés aux acides utilisés dans les opérations pétrochimiques et lors du nettoyage dans de nombreuses industries. Dans cette étude, nous nous intéressons à la protection des aciers au carbone dans un environnement acide de 0.5(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en ajoutant de l'huile essentielle d'*Artemisia Herba Alba* à des concentrations différentes: 0.125 g / L, 0.250 g / L, 0.5 g / L, 1 g / L, 2 g / L. L'effet de la concentration et de la température sur les processus de corrosion en l'absence et en présence d'inhibiteur a été examiné par des mesures de perte de masse. Les résultats de cette étude montrent que l'huile essentielle de la plante *Artemisia* peut ralentir le processus de corrosion dans un environnement acide (acide sulfurique) pour les aciers. Le taux d'Inhibition maximal obtenu était de 94,69%. Il convient de noter que le maximum d'inhibition est atteint avec une concentration de 1 g / L d'huile essentielle. Cette étude confirme le fort potentiel anticorrosif de l'huile essentielle d'*Artemisia Herba Alba*.

**Mots-clés :** Huile essentielle ; *Artemisia Herba Alba* ; Corrosion ; Inhibiteur ; Acide sulfurique.

## Abstract:

Most industrial sectors face the problem of corrosion, which often leads to significant losses. In the case of industrial operations, metals are exposed to acids used in petrochemical operations and during cleaning in many industries. In this study, we are interested in protecting carbon steels in an acidic environment of 0.5 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) by adding essential at different concentrations: 0.125 g/L, 0.250 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L, 2 g/L. The effect of concentration and temperature on corrosion processes in the absence and presence of inhibitor was examined by measuring mass loss. The results of this study show that the essential oil of the *Artemisia* plant can slow down the corrosion process in an acidic environment (sulfuric acid) for steels. The maximum inhibition rate obtained was 94.69%. It should be noted that the maximum inhibition is achieved with a concentration of 1 g/L of essential oil. This study confirms the strong anticorrosive potential of the *Artemisia Herba Alba* essential oil.

**Keywords:** Essential oil; *Artemisia Herba Alba*; acid. Corrosion; Inhibitor; sulfuric

## ملخص:

تتعرض معظم القطاعات الصناعية لمشكلة التآكل حيث تسبب خسائر كبيرة في اغلب الوقات. في حالة العمليات الصناعية ،

تتعرض المعادن لعمل الأحماض المستخدمة في العمليات البتروكيمياوية وأثناء التنظيف في العديد من الصناعات. في هذا العمل ، نحن مهتمون بدراسة حماية الفولاذ الكربوني في بيئة حمضية ( $H_2SO_4$  5.0 م بإضافة الزيت العطري من *Alba Herba Artemisia* بتركيزات مختلفة: 125.0 غ / ل ، 250.0 غ / ل ، 5.0 غ / ل ، 1 غ / ل ، 2 غ / ل. تم فحص تأثير التركيز ودرجة الحرارة على عمليات

يستطيع أن *Artemisia* التآكل في غياب وجود المثبط بواسطة قياسات فقد الكتلة. تظهر نتائج هذه الدراسة أن الزيت الأساسي لنبذة يبطئ عملية التآكل في البيئة الحمضية (حمض الكبريتيك) للفولاذ. حيث وجدت نسبة اقصى تثبيط لتآكل تم الحصول عليها 94.69%. تجدر الإشارة إلى أنه يتم الوصول إلى الحد الأقصى من التثبيط بتركيز 1 غ / ل من الزيت العطري. تؤكد هذه الدراسة القدرة القوية المضادة للتآكل للزيت العطري لنبذة *Artemisia*.

الكلمات المفتاحية: زيت الأساسي *Alba, Herba Artemisia* , , التآكل , المثبط , حمض الكبريتيك.

# Sommaire

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Résumé                                                                                              |    |
| Liste des tableaux                                                                                  |    |
| Liste des figures                                                                                   |    |
| Liste des abréviations                                                                              |    |
| Introduction Générale                                                                               | 1  |
| Chapitre I: Généralités sur la corrosion.                                                           | 3  |
| I.1.Définition de la corrosion                                                                      | 4  |
| I.2.Origine de la corrosion.                                                                        | 4  |
| I.3.Les facteurs intervenant dans les différents phénomènes de corrosionI.                          | 4  |
| I.3.1. Impact économique de la corrosion des métaux                                                 | 5  |
| I.3.2.Types de corrosion                                                                            | 5  |
| I.4.Armoise blanche ( <i>Artemisia herba alba</i> )                                                 | 7  |
| I.5.Distribution géographique                                                                       | 11 |
| Chapitre II: Matériel et méthode.                                                                   | 13 |
| II.1.Extraction des huiles essentielles                                                             | 14 |
| II.1.1.Matériel utilisé                                                                             | 14 |
| II.1.2.Matière végétale                                                                             | 14 |
| II.1.2.1.Artemisia                                                                                  | 14 |
| II.1.2.2.Nomenclatur:                                                                               | 15 |
| II.1.3.classification de la plante                                                                  | 16 |
| II.1.4.Protocole de l'hydrodistillation                                                             | 16 |
| II.1.5.Conservation des huiles essentielles                                                         | 17 |
| II.1.6.Caractérisation des huiles essentielles                                                      | 18 |
| II.1.6.1. Le rendement                                                                              | 18 |
| II.1.6.2.l'indice de réfraction                                                                     | 18 |
| II.2.Etude de l'effet inhibiteur de corrosion de l'huile essentielle de <i>Artémisia Herba Alba</i> | 19 |
| II.2.1. Méthode pondérale (méthode de la perte de poids)                                            | 19 |
| II.2.1.1.Avantage de la méthode pondérale                                                           | 20 |
| II.2.1.2. Inconvénients de la méthode pondérale.                                                    | 21 |
| II.2.2. Conditions expérimentales                                                                   | 21 |
| II.2.3. Composés inhibitrices                                                                       | 23 |
| II.2.4. Préparation des solutions utilisées                                                         | 23 |
| II.2.5. Manipulation de la technique de la masse perdue                                             | 25 |
| Chapitre III : Résultats et discussion.                                                             | 28 |
| III.1.Extraction des huiles essentielles                                                            | 29 |
| III.1.2.Rendement d'extraction                                                                      | 29 |
| III.1.3.Les propriétés physiques de l'huile <i>Artémisia Herba Alba</i>                             | 29 |
| III.2.Etude de l'effet inhibiteur de corrosion de l'huile essentielle do <i>Artémisa HerbaAlba</i>  | 29 |
| III.2.1. L'effet du temps d'immersion                                                               | 29 |
| III.2.2.Etude de la corrosion en présence d'inhibiteur                                              | 31 |
| III.2.3.Etude l'effet de la température en présence d'inhibiteur                                    | 31 |
| Conclusion général                                                                                  | 36 |
| Reference                                                                                           |    |

# Liste des abréviations

**°C** : degré.

**g**: Gramme.

**g/ml** : gramme par millimetre.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : acide Sulfurique.

**Hes** : Les huiles essentielles.

**HE** : huile essentielle

**Fe** : fer

**C** : carbone

**Mn** : magnésium

**Si** : silicium

**P** : phosphore

**S** : soufre

**Al** : aluminium

**Cu** : cuivre

**Inh** : inhibiteur

**T**: température

# Liste des tableaux

|                                                                                                                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableaux.I.1</b> : Principaux facteurs intervenant dans les différents phénomènes de corrosion.                                                                                  | <b>5</b>  |
| <b>Tableau .I .2:</b> Principaux noms vernaculaires <i>d'Artemisia herba alba</i>                                                                                                   | <b>10</b> |
| <b>Tableau. I .3:</b> Classification de la plante <i>Artemisia herba-alba</i>                                                                                                       | <b>11</b> |
| <b>Tableau II.2:</b> Classification de la plante <i>d'Artemisia herba alba</i>                                                                                                      | <b>16</b> |
| <b>Tableau II.3</b> : Le tableau montre les caractéristiques des produits chimiques utilisés                                                                                        | <b>21</b> |
| <b>Tableau.II.4:</b> Composition chimique d'acier au carbone XC70                                                                                                                   | <b>22</b> |
| <b>Tableau.III.1</b> : les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide $H_2SO_4$ 0,5M en absence d'inhibiteur à ( $T=25^{\circ}C$ ) | <b>28</b> |
| <b>Tableau .III.2</b> : vitesse de corrosion et temps d'immersion de l'acier dans $H_2SO_4$ 0.5M à $25^{\circ}C$                                                                    | <b>29</b> |
| <b>Tableau .III.3</b> : Vitesse de corrosion, efficacités inhibitrices en absence et en présence d'HE                                                                               | <b>31</b> |
| <b>Tableau .III.4</b> : L'effet de la température sur L'efficacités inhibitrices en présence                                                                                        | <b>32</b> |

# Liste des figures

|                                                                                                                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure.I.1</b> : exemple de la corrosion électrochimique                                                                                                                   | <b>06</b> |
| <b>Figure I.2</b> photo de la biocorrosion.                                                                                                                                   | <b>07</b> |
| <b>Figure I.3</b> Exemples de corrosion uniforme                                                                                                                              | <b>07</b> |
| <b>Figure I.4</b> présente un schéma de la corrosion par l'oxygène                                                                                                            | <b>08</b> |
| <b>Figure I.5</b> la corrosion galvanique*                                                                                                                                    | <b>08</b> |
| <b>Figure. I.6</b> : Photographie de l'espèce Artemisia herba alba (armoise blanche).                                                                                         | <b>09</b> |
| <b>Figure .I.7</b> : Photographie de l'Armoise blanche au désert.                                                                                                             | <b>10</b> |
| <b>Figure.I.3:</b> Distribution géographiques d'A. herba alba.                                                                                                                | <b>12</b> |
| <b>Figure.II.1</b> : Image d'une plante Artemisia.                                                                                                                            | <b>15</b> |
| <b>Figure II.2:</b> Photo du montage d'hydrodistillation (Clevenger)                                                                                                          | <b>17</b> |
| <b>Figure II.3</b> : Appareil de mesure l'indice de réfraction.                                                                                                               | <b>18</b> |
| <b>Figure II.4:</b> Dispositif pour l'étude gravimétrique.                                                                                                                    | <b>19</b> |
| <b>Figure II.5:</b> Echantillon de l'acier (X70)                                                                                                                              | <b>21</b> |
| <b>Figure II.6:</b> Avant et après polissage.                                                                                                                                 | <b>22</b> |
| <b>Figure.II.7:</b> solution commerciale d'acide sulfurique.                                                                                                                  | <b>22</b> |
| <b>Figure.II.8:</b> Balance précise. Les dimensions de l'échantillon d'acier sont mesurées par le pied capillaire ou la règle                                                 | <b>24</b> |
| <b>Figure.II.9:</b> Le pied capillaire                                                                                                                                        | <b>25</b> |
| <b>Figure.II.10:</b> Dimensions de l'acier.                                                                                                                                   | <b>25</b> |
| <b>Figure.II.11:</b> Méthode par immersion.                                                                                                                                   | <b>26</b> |
| <b>Figure .III.1.:</b> évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,5M) en absence d'inhibiteur à T 25°C. | <b>29</b> |
| <b>Figure .III.2. :</b> la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu Acide H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,5M) en absence d'inhibiteur              | <b>30</b> |
| <b>Figure .III.4 :</b> Variation de l'efficacité inhibitrice en fonction de la concentration de l'inhibiteur                                                                  | <b>31</b> |
| <b>Figure .III.3 :</b> Variation de la vitesse de corrosion en fonction de la concentration d'inhibiteur                                                                      | <b>32</b> |



*Introduction générale*  
***Introduction générale***

Le pétrole et le gaz jouent un rôle crucial dans l'économie mondiale, cependant, l'industrie pétrolière est confrontée à plusieurs problèmes dus à l'injection de pétrole dans les pipelines pendant les opérations de production, de transport et de traitement du pétrole brut. Malgré l'existence de solutions proposées, certains de ces problèmes nécessitent encore une étude approfondie, et parmi ces problèmes, la corrosion se produit au niveau des métaux des pipelines utilisés pour le transport du pétrole et de ses dérivés. [1]

La corrosion est généralement associée à la formation de rouille sur les produits en fer, cependant, tous les métaux sont affectés par ce phénomène. La corrosion se réfère à la détérioration du métal due à une réaction chimique ou électrochimique avec son environnement, qu'il s'agisse de l'environnement atmosphérique tel que l'air ambiant ou d'un environnement chimique. [2]

L'acier est le matériau le plus couramment utilisé dans la construction des infrastructures et dans les industries du monde entier. Il est utilisé dans la fabrication d'une large gamme de produits, allant des aiguilles aux pétroliers. La popularité de l'utilisation de l'acier est due à son coût relativement bas de fabrication, de formage et de traitement, ainsi qu'à ses propriétés mécaniques distinctives et à la disponibilité de matières premières. [3]

En raison de la diversité végétale en Algérie, de nombreuses études ont montré que l'Algérie compte au moins 3500 espèces de plantes, y compris celles qui poussent dans les régions à climat chaud et celles qui poussent dans les régions à climat modéré. Il existe des formes végétales qui ne se trouvent que dans des endroits très limités en Algérie. [4]

Dans le but de valoriser cette immense richesse végétale, nous avons décidé de mener cette recherche sur la plante Artemisia. Dans cette étude, nous avons extrait son huile essentielle par distillation à la vapeur d'eau et utilisé cette huile comme inhibiteur de la corrosion.

Nous avons divisé notre travail en trois chapitres :

- Chapitre 1 : Généralités sur la corrosion et autres méthodes de protection utilisant des inhibiteurs en général, ainsi que des informations générales sur les huiles essentielles et leur extraction.
- Chapitre 2 : Il présente la méthodologie expérimentale utilisée dans cette étude.
- Chapitre 3 : Nous avons mentionné les résultats obtenus à partir de l'expérience et les avons étudiés.



## **Définition de la corrosion :**

Le terme "corrosion" du latin corroder, signifie ronger, attaquer. La corrosion peut être définie d'une manière simple, comme étant la dégradation du métal par action du milieu environnant (l'environnement: soit un milieu agressif, liquide ou gazeux), est par contre un phénomène très complexe, lié au milieu d'attaque, à la nature du métal, aux conditions d'emploi et au temps d'exposition. [5]

## **Origine de la corrosion :**

Les causes de la corrosion sont multiples et complexes et résultent d'interactions chimiques et/ou physiques entre le matériau et son environnement.

Les différents paramètres qui provoquent la corrosion d'un matériau sont :

- ✓ Composition chimique et microstructure du métal,
- ✓ Composition chimique de l'environnement,
- ✓ Paramètres physiques (température, convection, irradiation, ...etc.)
- ✓ Sollicitations mécaniques (contraintes, chocs, frottements, ...etc.) [6].

Donc on peut dire que les phénomènes de corrosion dépendent du matériau et du milieu environnant.

## **Les facteurs intervenant dans les différents phénomènes de corrosion :**

D'une manière plus générale on peut définir la corrosion comme étant une réaction interfaciale irréversible d'un matériau avec son environnement, qui implique une consommation du matériau ou une dissolution dans le matériau d'une composante de l'environnement [5]. Le tableau suivant résume les principaux facteurs intervenant dans les phénomènes de corrosion.

Impact économique de la corrosion des métaux :

La corrosion est un domaine bien vaste qui touche toutes sortes de matériaux (métaux, céramiques, polymères) dans des environnements variables (milieu aqueux, atmosphère, hautes températures...etc). Ce phénomène cause de grands dégâts dans tous les secteurs : bâtiment, génie civil, transport, industries chimique et pétrolière [7].

| Milieu d'attaque                                                                             | Nature du metal                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concentration du réactif<br>Impuretés<br>pH, Température, pression<br>Présence des bactéries | Composition chimique de métal<br>Procèdes d'élaborations<br>Impuretés<br>Elément d'addition<br>Traitement thermique    |
| Condition d'emploi                                                                           | Temps d'expositions                                                                                                    |
| Etat de surface<br>Moyen de protection                                                       | Vieillissement des matériaux<br>Variations des conditions opératoires (Température)<br>Formation de dépôt de corrosion |

Tableaux.I.01 : Principaux facteurs intervenant dans les différents phénomènes de corrosion.

Types de corrosion :

Selon la nature de l'environnement et le comportement du métal, on peut définir le type de corrosion. En général, on peut résumer les différents processus de la corrosion comme suit:[8]

a) Corrosion chimique (sèche) :

La corrosion chimique est l'attaque directe du métal par son environnement. Ce type de corrosion se développe dans une solution non électrolyte ou sur action de gaz (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S et CO<sub>2</sub>).

Lorsque le réactif est gazeux ou que cette corrosion se produit à haute température, elle est alors appelée : corrosion sèche ou corrosion à haute température.

L'attaque d'un métal par un autre métal liquide (Hg), par un sel fondu ou par une solution nonaqueuse (Al dans  $\text{CCl}_4$ ) peut être considérée comme une corrosion chimique. Elle est généralement rencontrée dans les industries produisant ou utilisant les acides. [8]

**a) Corrosion électrochimique (humide) :**

Si le réactif est liquide, il est en général accompagné d'une corrosion électrochimique qui est produite essentiellement par l'oxydation d'un métal sous forme d'ions ou d'oxydes et la réduction des agents corrosifs existants dans la solution électrolyte. Par ailleurs, elle se produit par des transferts électroniques entre un métal et une solution électrolytique à son contact (circulation d'un courant électrique). L'existence de ces hétérogénéités, soit dans le métal ou dans le réactif, détermine la formation d'une pile et de ce fait, un courant électrique circule entre anodes et cathodes dans le réactif et les zones qui constituent les anodes sont attaquées (corrodées). Elle nécessite la présence d'un réducteur;  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$  Sans celui-ci, la corrosion du métal (réaction anodique) ne peut se produire. [8] La figure suivante présente la corrosion électrochimique.



**Figure.I.1** : exemple de la corrosion électrochimique

**b) Corrosion biochimique (bactérienne) :**

La corrosion bactérienne est due à la présence de colonies importantes de bactéries, dites anaérobiques, qui se développent dans les eaux contenant des sulfates. La lutte contre cette forme de corrosion est à l'heure actuelle essentiellement d'ordre biologique et est réalisée par injection de produits bactéricides dans les milieux corrosifs. [8] La figure ci-dessous présente la corrosion bactérienne.



**Figure I.2** photo de la biocorrosion.

**c) Corrosion uniforme :**

représente une réaction relativement uniforme sur toute la surface du métal. On ne distingue pas, les lieux cathodiques et des lieux anodiques. Toute la surface du métal est simultanément cathode et anode, ce type, est appelé corrosion uniforme. La corrosion localisée est une corrosion qui se déroule dans un lieu spécifiquement anodique d'une surface ou d'une structure métallique. Elle diffère de la corrosion uniforme car on distingue clairement les endroits anodiques et cathodiques. Pratiquement, la corrosion localisée provient d'une hétérogénéité de la surface du \*-matériau ou de l'environnement. Elle pose souvent plus de problèmes à l'ingénieur que la corrosion uniforme.[9] La figure ci-dessous présente la corrosion uniform .



**Figure I.3** Exemples de corrosion uniforme

#### d) Corrosion par piqûres

La corrosion par piqûres peut se produire en tout point de la surface d'un acier inoxydable exposée à un milieu chloruré. Elle se caractérise par une dissolution très localisée et très rapide de zones de petites dimensions dépassant rarement 1 à 2 mm. La piqûre peut se produire à température ambiante, mais les risques sont très nettement accrus par une augmentation de température. Ils sont aussi accrus par une augmentation de la teneur en ions  $\text{Cl}^-$ , par un mauvais état de surface (rayure, amorce d'arc lors du Chapitre –I Etude bibliographies 6 soudage,...etc.). La présence d'oxygène accroît également les risques de piqûres. La figure suivante représente un schéma expliquant la corrosion par piqûres]. [10] La figure ci-dessous présente la corrosion par piqûres

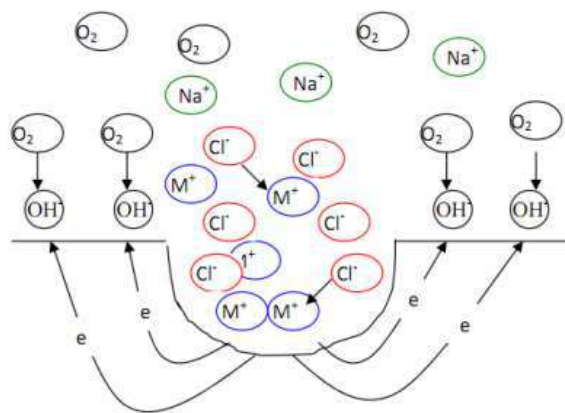


Figure I.4 présente un schéma de la corrosion par l'oxygène

#### e) a corrosion galvanique

La corrosion bimétallique, appelée aussi la corrosion galvanique, c'est un type de corrosion localisée qui peut se produire lorsque deux métaux différents sont en contact dans un électrolyte cette forme de corrosion est plus fréquente sur les navires car ses pièces sont généralement constituées de différents matériaux. [11] figure ci-dessous présente la corrosion galvanique.

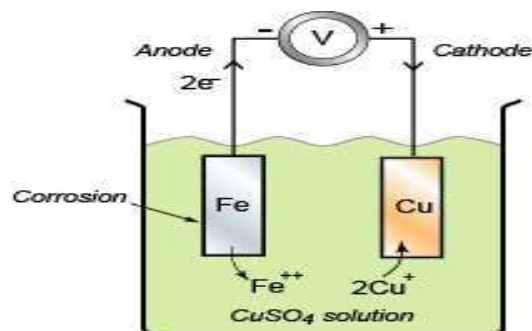


Figure I.5 la corrosion galvanique\*

## Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) :

### i. Généralité :

L'*Artemisia* est un genre très vaste et très diversifié, de la famille des Asteraceae, il présente entre 200 à 400 espèces. Selon les différentes espèces du genre *Artemisia* sont trouvées dans de nombreux écosystèmes : Dans le désert (*A. santolina*, désert d'Ouzbékistan et d'Iran) et les environnements humides (*A. molinieri*, Sud de la France, *A. cana* ssp. *Bolanderi*, Oregon des Etats-Unis) ; Dans les zones situées à peine plus haut que le niveau de la mer (*A. caerulescens*, Marais salants marins européens) et les sommets des hautes montagnes, à près de 4000 m (*A. melanolepis* Iran et *A. Patterson*, Nord-Américain) ; Certaines espèces sont rudérales. Certaines plantes du genre *Artemisia* (Asteraceae) ont été utilisées comme plantes médicinales depuis les périodes antiques). Parmi ces plantes se trouve l'*Artemisia herba alba* qui a été également employée traditionnellement par la population

algérienne. En Algérie, les steppes d'armoise (*Artemisia herba-alba*) recouvrent 3 millions d'hectares et sont situées dans les étages aride et semi-aride frais, avec des précipitations variant de 100 à 300 mm. [9]

### ii. Nomenclature et étymologie :

L'espèce *Artemisia Herba alba* (Armoise blanche) est décrite pour la première fois au début du IV<sup>e</sup> siècle av. J.-C, par l'historien grec Xénophon, dans les steppes de la Mésopotamie, C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver.



**Figure. I.6 :** Photographie de l'espèce *Artemisia herba alba* (armoise blanche).

L'armoise herbe blanche (*A. herba alba*) est une espèce de plantes steppiques poussant dans les terres arides ou semi-arides de l'Afrique du Nord, au Moyen-Orient ainsi qu'en Espagne. La figure suivante est une : Photographie de l'Armoise blanche au désert



**Figure .I.7 :** Photographie de l’Armoise blanche au désert.

Plusieurs noms sont attribués à cette plante ; Thym des steppes, Absinthe du désert, et autres. En Afrique du Nord (Algérie et autres) et au Moyen-Orient, la plante est appelée communément Shih ou Shih khorasani, selon les régions. Au Maroc occidental, elle porte aussi le nom de Kaysoum en tamazight (berbère), l'armoïse se dénomme "Izerg". Le nom anglais Tor, attribué à toutes les armoïses, fait allusion à son pouvoir vermifuge bénéfique pour l'homme et le bétail [9].

**iii. Noms vernaculaires :**

Plusieurs noms sont attribués à l’armoïse herbe blanche, les principaux appellations sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

| Langue   |  | nom                           |
|----------|--|-------------------------------|
| Arab     |  | الشَّيْح ou الشَّيْح الخرساني |
| Français |  | Armoise blanche               |
| Anglais  |  | Wormwood                      |
| Allemand |  | Wermut                        |
| italie   |  | Assenzio romano               |

**Tableau .I .2:** Principaux noms vernaculaires d’Artemisia herba alba ;Noms scientifiques :

*Artemisia herba-alba* (Asso). [9]

iv. Taxonomie :

La classification classique de l'espèce *Artemisia herba-alba* est représentée dans le tableau suivant :

|               |  |                           |
|---------------|--|---------------------------|
| règne         |  | plantae                   |
| Sous-règne    |  | tracheobionta             |
| Superdivision |  | Spermatophyta             |
| Division      |  | Magnoliophyta             |
| Classe        |  | Magnoliopsida             |
| Sous-classe   |  | Asteridae                 |
| Ordre         |  | Asterales                 |
| Famille       |  | Asteraceae                |
| Sous-famille  |  | Asteroideae               |
| La tribu      |  | Anthemideae               |
| Sous-tribu    |  | Artemisiinae              |
| Genre         |  | Artemisia L.              |
| Sous genre    |  | Seriphidium               |
| Espèces       |  | Artemisia herba-alba asso |

Tableau. I .3: Classification de la plante *Artemisia herba-alba*

v. Biologie:

L'*Artemisia herba-alba* est une plante ligneuse basse et toujours verte. Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides. Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau. Grâce à son système racinaire très dense à la surface, l'*Artemisia herba-alba* est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies. Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur. Chez les plantes âgées d'*Artemisia herba-alba*, la tige principale se divise en « branches » physiologiquement indépendantes les unes des autres et susceptibles de mourir sans entraîner la mort de la plante entière. La floraison de cette espèce débute le plus souvent en juin mais les fleurs se développent

essentiellement à la fin de l'été. Règne Plantae Sous-règne Tracheobionta Superdivision Spermatophyta Division Magnoliophyta Classe Magnoliopsida Sous-classe Asteridae Ordre Asterales Famille Asteraceae Sous-famille Asteroideae a tribu Anthemideae.

Sous-tribu Artemisiinae Genre *Artemisia* L. sous-genre *Seriphidium* Espèces *Artemisia herba-alba* Asso Lors des années pluvieuses et dans les sols qui lui conviennent, l'*Artemisia herba-alba* présente une forte production de graines et un pouvoir de régénération élevé.

### **Distribution géographique :**

L'Armoise blanche (*Shih*) est largement répandue depuis les îles Canaries et le sud-est de l'Espagne jusqu'aux steppes d'Asie centrale (Iran, Turkménistan, Ouzbékistan). Plus de 300 différentes de ce genre se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, d'Afrique du nord (Maroc, Tunisie, Algérie) et dans les déserts du Moyen-Orient (Figure 3). En Algérie, l'armoise blanche se trouve dans les zones steppique. Elle s'étend sur une bande longue de 1200 km, allant de la frontière tunisienne jusqu'à la frontière marocaine. Elle est présente aussi dans les zones présahariennes. *A. herba-alba* couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés. Elle est très présente dans les hauts plateaux, les zones steppiques et au Sahara central dont le taux de recouvrement est estimé entre 10 et 60 %. On la trouve également dans des zones proches du littoral. L'armoise blanche présente une vaste répartition géographique et se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés, relativement peu perméables. Elle se trouve sur les dayas, les dépressions et les secteurs plus ou moins humide. Elle constitue un moyen de lutte contre l'érosion et la désertification.



**Figure.I.3:** Distribution géographiques d'*A. herba alba*. [9]

Selon Vallès and Mc Arthur, les différentes espèces du genre *Artemisia* sont trouvées dans de nombreux écosystèmes : Dans le désert : *A. santolina*, désert d'Ouzbékistan et d'Iran, les environnements humides *A. molinieri*, Sud de la France, *A. cana sp.* Bolanderi, Oregon des Etats- Unis. Dans les zones situées à peine plus haut que le niveau de la mer : *A. caerulea*, Marais salants marins européens et les sommets des hautes montagnes, auprès de 4000 m *A. melanolepis* Iran et *A. pattersonii*, Nord-Américain. Certaines espèces son rudérale *A. vulgaris*.

#### ❖ Composition chimique :

L'armoise est un genre productif dans la recherche de nouveaux composés biologiquement actifs, les investigations ont montré que ce genre est riche en sesquiterpènes, monoterpènes, flavonoides et coumarines. Les flavonoïdes détectés dans *A. herba-alba* montrent une grande variation structurelle, allant de la plus commune des glycosides, de flavones et de flavonols aux plus insolites flavonoïdes hautement méthylés. [9]

Dans des études réalisées sur les feuilles d'*Artemisia herba alba*, huit composés de flavonoïdes O- et C glycosides ont été isolés et identifiés. L'examen des parties aériennes d'*A. herba-alba* recueillies au Liban, ont conduit à l'isolement des deux flavonoïdes; hispiduline et cirsilineol. Une nouvelle flavone, 5,4'- dihydroxy-6, 7,3 ' 6, 7,3' trimethoxyflavone, a été isolé à partir de l'extrait non glycosidique des parties aériennes d'*A. herba –alba*. Des études ont montré que dans l'huile essentielle d'*A. herba alba* recueillie en Algérie, les monoterpènes sont les principaux composants, essentiellement le camphre, les - et \_- thuyones, les dérivés du 1,8-cinéole et du chrysanthényle. [9]

## **Chapitre II:** **Matériels et méthodes**

Notre travail a été réalisé au Laboratoire génie de procédée l'Université de Kasdi Merbah Ouargla. Le but de notre travail est d'étudier l'effet anti-corrosion de l'huile essentielle (*Artémisa Herba Alba*). Cette étape vise à extraire l'huile volatile par distillation de l'eau.

## II.1 Extraction des huiles essentielles :

### II.1.1 Matériel utilisé :

- ☐ Balance analytique de précision.
- ☐ Chauffe ballon.
- ☐ Ballon de 1 L.
- ☐ Ampoule à décanter .
- ☐ Serpentin de refroidissement.
- ☐ Matériel végétal .
- ☐ Eau distillée .
- ☐ Béchers .
- ☐ Thermomètre .
- ☐ Clevenger.

### II.1.2 Matière végétale:

#### II.1.2.1.Artemisia :

L'absinthe est une plante herbacée vivace pouvant atteindre 60 cm à 120 cm de hauteur. Ses branches sont fines et dentelées, et ses feuilles se succèdent, comme un limbe. Ses fleurs sont vertes teintées de jaune. La plante d'absinthe est utilisée en médecine alternative et traditionnelle pour traiter de nombreuses maladies et infections (**Figure.III.1**).



**Figure.II.1** : Image d'une plante Artemisia.

### II.1.3. Classification de la plante :

|                           |                                                      |
|---------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Règne</b>              | <b>Plante – Plantae</b>                              |
| <b>Embranchement</b>      | Spermaphytes (Phanérogames) ou « plantes à graines » |
| <b>Sous-embranchement</b> | Angiospermes (Plantes à fleurs)                      |
| <b>Classe</b>             | Dicotylédones (Magnoliopsida)                        |
| <b>Sous-classe</b>        | Asteridae                                            |
| <b>Ordre</b>              | Asterales                                            |
| <b>Famille</b>            | Astéracées ou composée                               |
| <b>Tribu</b>              | Anthemideae                                          |
| <b>Sous-tribu</b>         | Aremisiinae                                          |
| <b>Genre</b>              | <i>Artemisia</i>                                     |
| <b>Espèce</b>             | <i>Artemisia herba alba</i>                          |

**Tableau II.1:** Classification de la plante d'*Artemisia herba alba* (INPI, 2014).

### II.1.4 Protocole de l'hydrodistillation :

Une hydrodistillation (**Figure.III.2.**) est assurée grâce à un appareil de type Clevenger, où 200 g de matière végétale sont introduites avec 1500 ml d'eau dans un ballon de. Après installation et fermeture du montage, la mise en marche du chauffe ballon est effectuée avec un réglage optimum du chauffage pour permettre une stabilité de l'extraction à une vitesse constante et bien maîtrisée

La vapeur chargée d'huile essentielle arrive dans le condenseur. La durée totale de l'extraction est estimée à 2 h (jusqu'à ce qu'on obtienne plus d'HE). L'huile essentielle se distingue de l'hydrolat (eau aromatique) par sa différence de densité et de couleur. On la sépare de celui-ci par décantation.



**Figure II.2:** Photo du montage d'hydrodistillation (Clevenger)

### II.1.5 Conservation des huiles essentielles :

La conservation des huiles essentielles exige certaines précautions indispensables. L'instabilité relative des molécules constitutives des huiles essentielles rend leur conservation délicat. Plusieurs facteurs interviennent dans l'altération des huiles essentielles :

La température : obligation de stockage à basse température (entre 4 °C et 8 °C).

- 1) La lumière : stocker dans l'obscurité et dans des flacons opaque, brun de préférence
- 2) L'oxygène : les flacons doivent être hermétiquement fermés [2].

## II.1.6 Caractérisation des huiles essentielles :

### II.1.6.1. Le rendement :

Selon la norme AFNOR (1986), le rendement en huile essentielle (RHE), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction (Me) et la masse de la matière végétale utilisée (Mv). Il est donné par la formule suivante: [11]

$$R\% = (Me/Mv) \times 100$$

**R%**: Rendement en pourcentage.

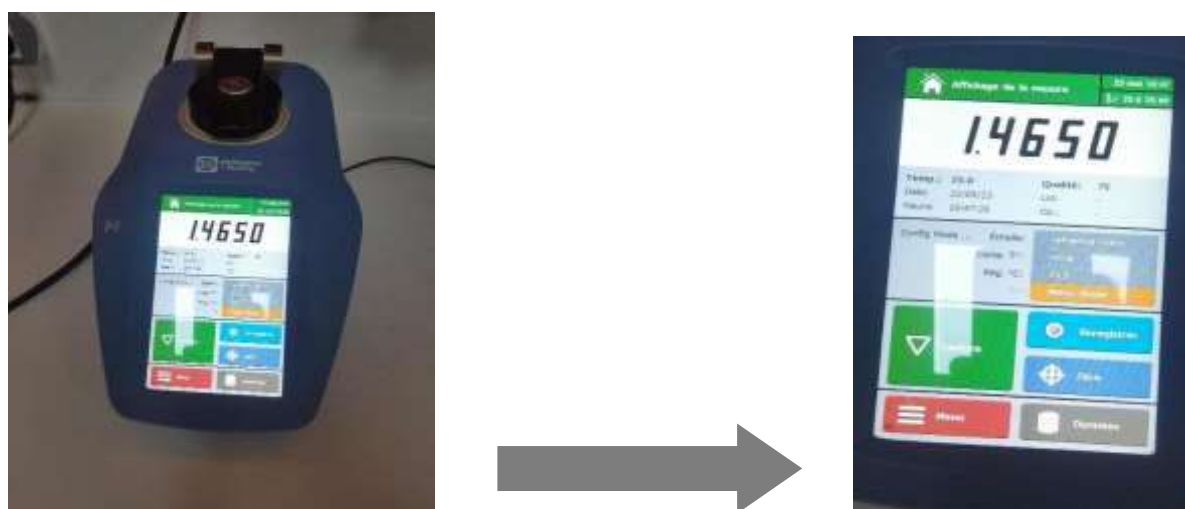
**Me** : Masse d'huile essentielle extrait en (g).

**Mv** : Masse de la matière végétale utilisée pour l'extraction en (g).

### II.1.6.2. Indice de réfraction

Nous nettoyons soigneusement l'emplacement de l'échantillon dans l'appareil. Ensuite, nous plaçons l'échantillon d'huile dans l'emplacement prévu à cet effet dans l'appareil. Nous réglons ensuite l'appareil à la température ambiante, puis attendons immédiatement l'affichage des résultats. [12]

L'objectif de mesurer l'indice de réfraction est de déterminer la transparence de l'huile d'Artemisa afin de vérifier s'il doit être conservé dans des bouteilles qui n'autorisent pas le passage de la lumière ou non.



**Figure II.3** : Appareil de mesure l'indice de réfraction.

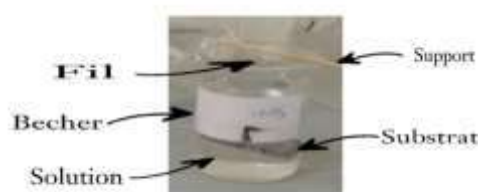
## II.2. Etude de l'effet inhibiteur de corrosion de l'huile essentielle d'*Artémisia Herba Alba* :

Pour déterminer la vitesse de corrosion en milieu liquide, Il existe deux types de méthode expérimentale:

- ✚ Méthode pondérale (perte de poids)
- ✚ Méthode électrochimique

Dans notre étude on utilise la méthode pondérale (perte de poids).

### II.2.1.Méthode pondérale (méthode de la perte de poids):



Cette méthode est basée sur la mesure de la perte de poids d'un échantillon après un temps d'exposition défini à un milieu corrosif. Elle ne donne pas de renseignements quant au processus de corrosion mais elle permet de juger de l'importance du phénomène. [10]

**Figure II.4:** Dispositif pour l'étude gravimétrique. [10]

L'utilité de mesure de la masse perdue consiste en l'évaluation du taux de corrosion qui se définit comme une perte de poids par unité de surface et pendant le temps  $t$  d'immersion dans une solution corrosive maintenue à température constante ( $25^{\circ}\text{C}$ ) et est exprimé en  $(\text{g}/\text{cm}^2 \times \text{min})$ . Le taux de corrosion, par la méthode de perte de masse, est déterminé par la formule suivante :

$$\Delta m = m_0 - m_1$$

$m_0$  (g) : la masse de l'échantillon avant l'essai.

$m_1$  (g) : la masse de l'échantillon après l'essai.

$\Delta m$  (g) : la perte de masse (le taux de corrosion) de

l'échantillon. La vitesse de corrosion ( $V_{corr}$ ) est déterminée par

l'équation suivante :

$$V_{corr} = \frac{\Delta m}{st}$$

$V_{corr}$  : la vitesse de corrosion.

$\Delta m$  : la perte de masse en g.

$S$  : la surface exposée en cm<sup>2</sup>.

$t$  : le temps d'exposition dans la solution en minute.

$$I_{corr} \% = \frac{v_0 - v_{Inhi}}{v_0} \times 100$$

L'efficacité inhibitrice ( $I_{corr} \%$ ) est donnée par la relation suivante :

$V_0$  : Vitesse de corrosion en milieu acide sans inhibiteur.

$V_{inh}$  : Vitesse de corrosion avec inhibiteur.

### II.2.1.1 Avantage de la méthode pondérale :

- ✓ Elle Fournit les évidences physiques les plus fiables possibles.
- ✓ Facile à faire (ne prend pas beaucoup de temps).
- ✓ Sans complications.
- ✓

### II.2.1.2 Inconvénients de la méthode pondérale :

Les inconvénients de la méthode de mesure de la perte de poids dans le processus de corrosion de l'acier sont qu'elle se concentre uniquement sur le poids perdu et ne prend pas en compte les changements de forme et de taille. De plus, elle ne convient pas pour mesurer le taux de corrosion de tous les métaux, en particulier ceux qui sont exposés à la corrosion par des trous ou des lacunes.

II.2.2. Conditions expérimentales :

II.2.2.1 Produits chimiques utilisés :

Les propriétés des produits chimiques utilisés dans l'expérience sont résumées dans le tableau suivante :

| Produits         | La formule                        | Degré de pureté % | Densité | Masse molaire | Point d'ébullition | Point de fusion |
|------------------|-----------------------------------|-------------------|---------|---------------|--------------------|-----------------|
| Acide sulfurique | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>    | 98                | 1,94    | 98,08         | 337                | 10              |
| Acétone          | CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> | Pure              | /       | 46            | 56                 | -95             |
| L'eau distillée  | H <sub>2</sub> O                  | Sans sels         | 1       | 18            | 100                |                 |

Tableau II.3 : Le tableau montre les caractéristiques des produits chimiques utilisés

II.2.2.2.Matériaux :

II.2.2.2.1 Echantillon :

Nous avons mené une étude sur le phénomène de corrosion et son inhibition en utilisant un morceau d'acier au carbone (X70) prélevé sur des pipelines de transport de pétrole dans l'usine depipelines de Ghardaïa, don't la composition chimique est indiquée dans le tableau (II.3).



Figure II.5: Echantillon de l'acier (X70).

| Elément                        | C  | P | Si  | Mn   | Cr | Ni | Cu | Al | Nb | V | Ti | Mo | Nb+V+<br>Ti | S  | B   | CEpcm |
|--------------------------------|----|---|-----|------|----|----|----|----|----|---|----|----|-------------|----|-----|-------|
| Valeur<br>%(10 <sup>-3</sup> ) | 65 | 6 | 355 | 1672 | 41 |    | 10 | 47 | 66 | 5 | 16 | 5  | 87          | 13 | 0,4 | 164   |

Tableau.II.4: Composition chimique d’acier au carbone  
XC70

II.2.2.2.2Polissage :

À cette étape, les échantillons d'acier au carbone (X70) sont nettoyés et polis avec du papierabrasif de différentes tailles (180, 320, 400, 600, 1000, 1200) pour obtenir une surface lisse exempte d'impuretés qui pourraient affecter le processus.

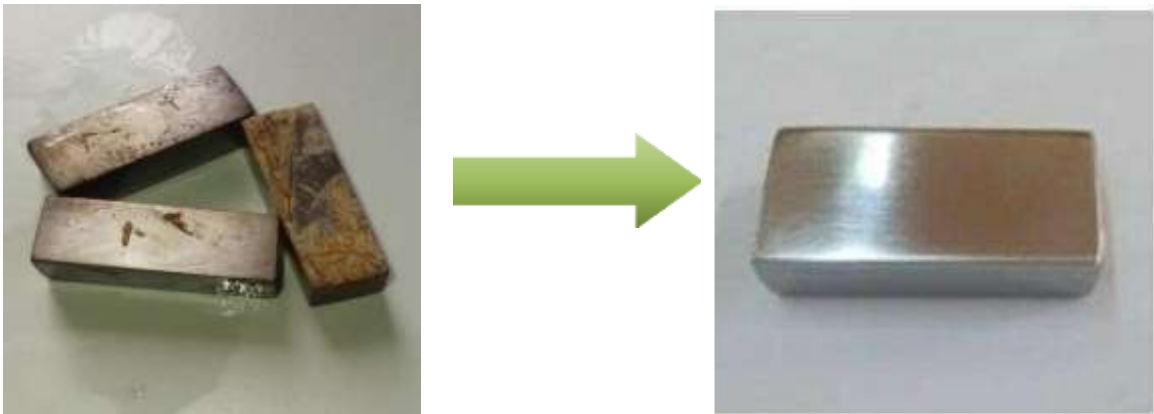


Figure II.6:Avant et après polissage.

II.2.2.2.3Milieu corrosif utilisé :

Le milieu corrosif



Figure.II.7:solution commerciale d’acide sulfurique.

utilisé est une solution aqueuse d’acide sulfurique à la concentration 0.5 mol/l, préparée à partir d’une solution commerciale d’acide sulfurique (1.84 densité et96-98 % pureté)

### II.2.3.Composés inhibitrices :

Les huiles essentielles de la plante *Artemisia herba Alba* comme inhibiteurs de corrosion

### II.2.4.Préparation des solutions utilisées :

#### II.2.4.1.Le milieu corrosif :

Le milieu corrosif utilisé est constitué d'une solution aqueuse d'acide sulfurique à la concentration (0.5 M de  $H_2SO_4$ ), préparé à partir d'une solution commerciale d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) a été obtenue en dilution  $V=27.19$  ml de  $H_2SO_4$  (pureté  $p=98\%$  ;densité  $d=1.94$  g/cm<sup>3</sup> la masse molaire  $M=98.08$  g/mol) dans un litre d'eau distillée.

- ☐ La concentration de solution corrosive  $C_s = 0.5$  mol/l
- ☐ Le volume de solution corrosif  $V_s = 1$  l =1000 ml
- ☐ La concentration de  $H_2SO_4$ ,  $C(H_2SO_4) = (10 \times d \times p) / M = (10 \times 1.94 \times 98) / 98.08 = 19.384$  mol/l
- ☐ Le volume de  $H_2SO_4$  concentré prélève :

$$V(H_2SO_4) = (C_s \times V_s) / C(H_2SO_4) = (0.5 \times 1000) / 19.384 = 27.19 \text{ ml.}$$

C : concentration de produit( $H_2SO_4$ ).

V : volume de produit ( $H_2SO_4$ ).

#### II.2.4.2 Solutions inhibitrices :

##### II.2.4.2.1 méthode de préparation de l'inhibiteur :

- ☐ On prend 0,5 ml d'inhibiteur (l'extrait de *Artemisia herba Alba*) et on met dans une fiole et compléter le volume avec la solution de 0,5M  $H_2SO_4$  jusqu'à on obtient 500 ml de la solution inhibitrice.
- ☐ Après la préparation de la solution (Acide + inhibiteur) On prépare ensuite une solution diluée de la solution mère à différentes concentrations d'inhibiteur (12.5g/ml, 25g/ml, 50g/ml, 100g/ml, 200g/ml).
- ☐ [12.5g/ml]: ajoutée  $V=12.5$  ml de solution mère ( $H_2SO_4$ +l'inhibiteur) et compléter le volume avec la solution 0.5M  $H_2SO_4$  sans inhibiteur jusqu'à 100 ml.
- ☐ [25g/ml]: ajoutée  $V=25$  ml de solution mère ( $H_2SO_4$ +l'inhibiteur) et compléter le

volume avec la solution 0.5M  $H_2SO_4$  sans inhibiteur jusqu'à 100 ml.

- [50g/ml]: ajoutée  $V=50$  ml de solution mère ( $H_2SO_4$ +l'inhibiteur) et compléter le volume avec la solution 0.5M  $H_2SO_4$  sans inhibiteur jusqu'à 100 ml.
- [100g/ml]: ajoutée  $V=100$ ml de la solution mère ( $H_2SO_4$ +l'inhibiteur).
- [200g/ml]: Le volume de l'inhibiteur utilisé dans l'expérience [100 g/ml] a été doublé.

### II.2.5.Manipulation de la technique de la masse perdue :

- Manipulation : Cette technique nécessite le matériel de laboratoire suivant
- Echantillon en acier XC70
- Bêchers 50 ml
- Balance de précision
- Fil
- Papier abrasive
- Mode d'action

#### 1) En l'absence d'inhibiteur :

- ✓ Les échantillons d'acier utilisés, sont immergés verticalement pendant 30 min 60min jusqu'à 180 min dans un bêcher contenant 50 ml de solution corrosif, en absence d'agitation, maintenue à température ambiante ( $25^\circ C$ ). A la fin de l'expérience, rincer l'échantillon par l'eau, puis sécher
- ✓ Calcul du poids avant et après chaque expérience avec une balance précise



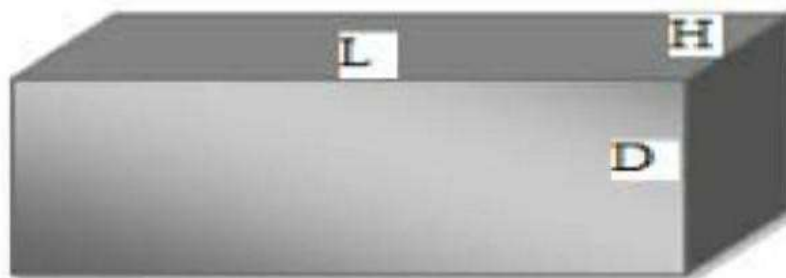
**Figure.II.8:** Balance précise. Les dimensions de l'échantillon d'acier sont mesurées par le pied capillaire ou la règle



**Figure.II.9:** Le pied capillaire

- ✓ Mesuré la surface (Dimensions) de l'acier par pied canalaire marque « maiesta » et ce Sont les dimensions de longueur(L), largeur(D) et épaisseur(H).En utilise cette relation

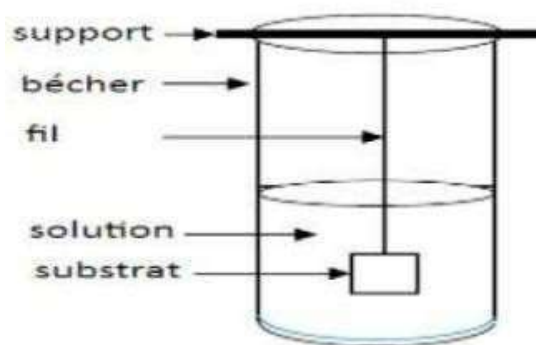
$$S = 2. ((L.D) + (L.H) + (D.H))$$



**Figure.II.10:** Dimensions de l'acier.

## 2) Avec d'inhibiteur:

Même méthode sans d'inhibiteur, mais temps d'immersion constante dans cette expérience égale à une heure , maintenue à différentes températures.



**Figure.II.11:** Méthode par immersion.

# **CHAPITRE III :** **Résultats**

III Extraction des huiles essentielles :

III.1Rendement d’extraction :

Rendement en huile essentielle atteint un maximum de 0.754 %. Il est important de noter que le rendement et la composition chimique des huiles essentielles dépendent de plusieurs facteurs, tels que l'espèce, le milieu de récolte, la période de récolte, les pratiques culturales et la technique d'extraction.

La production d'huile essentielle de la plante *Artemisia Herba Alba* est généralement faible, variant entre 0,3 % et 1,2 % en poids sec.

III.1.1.Les propriétés physiques de l'huile *Artémisia Herba Alba* :

La valeur de l'indice de réfraction observée (1,4650) est située entre 1 et 2 et elle indique latransparence de l'huile. Par conséquent, la vitesse de la lumière dans ce milieu est rapide et doit être conservée dans des bouteilles qui ne permettent pas le passage de la lumière

III.2Etude de l’effet inhibiteur de corrosion de l’huile essentielle do *Artémisa Herba Alba*:

III.2.1.L’effet du temps d’immersion:

Parmi les facteurs qui ont un effet sur la vitesse de corrosion de l’acier, nous citons lefacteur du temps d’immersion, donc pour cela nous avons testé différents tempsd’immersion de l’acier à savoir 30min, 60min,90min,120min,150min et 180min en milieu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5M. [10].

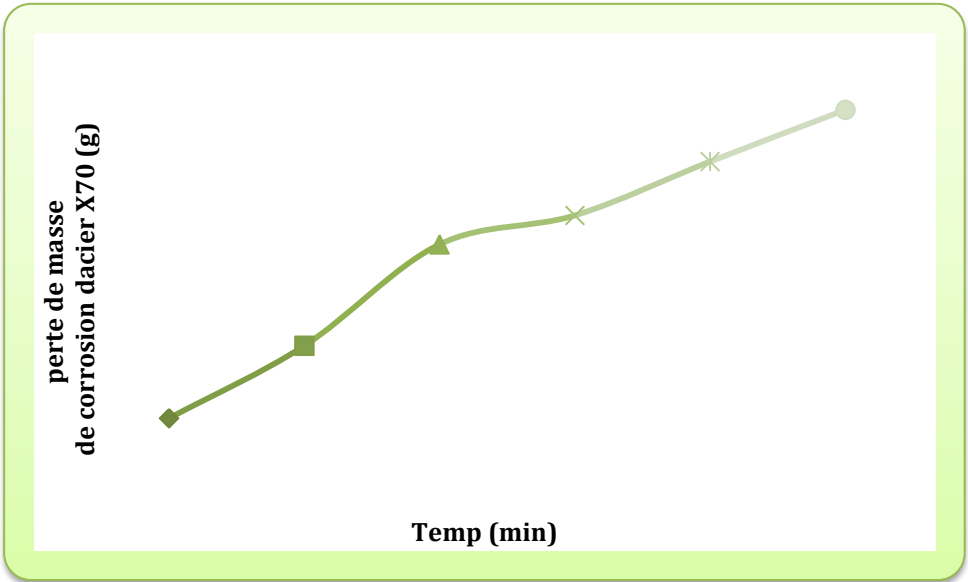
- ❖ Les valeurs expérimentales deperte de masse d’acier (X70) en fonction du temps en milieu acide H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,5M) en absence d’inhibiteur à (T = 25°C). Sant résumées dans le tableau suivant :

| t(min)             | 30      | 60      | 90      | 120     | 150     | 180     |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| m <sub>0</sub> (g) | 21.2985 | 21.2985 | 21.2985 | 21.2985 | 21.2985 | 21.2985 |
| m <sub>1</sub> (g) | 21.2921 | 21.2886 | 21.2837 | 21.2823 | 21.2797 | 21.2772 |
| Δm                 | 0.0064  | 0.0099  | 0.0148  | 0.0162  | 0.0188  | 0.0213  |

Tableau.III.1 : les valeurs expérimentales de perte de masse d’acier (X70) en fonction dutemps en milieu acide H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5M en absence d’inhibiteur à (T=25°C)

Les valeurs de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide  $\text{H}_2\text{SO}_4(0,5\text{M})$  en absence d’inhibiteur à T 25°c sont augmentées

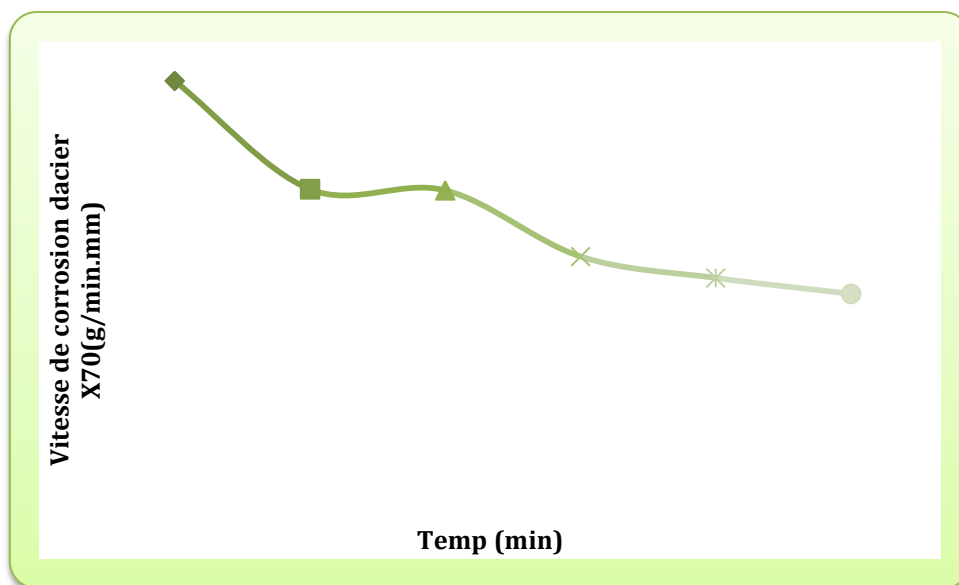
Les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d’acier (X70) en milieu acide  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5M en absence d’inhibiteur à T=Tambiant sont résumées dans le tableau suivant :



**Figure .III.1.:** évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieuacide  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0,5M) en absence d’inhibiteur à T 25°c.

| t (min)                                                         | 30    | 60 | 90    | 120   | 150  | 180   |
|-----------------------------------------------------------------|-------|----|-------|-------|------|-------|
| $V_{\text{Corr}} \times 10^7 (\text{g}/\text{mm}^2 \text{min})$ | 1.293 | 1  | 0.997 | 0.818 | 0.76 | 0.717 |

**Tableau .III.2.:** vitesse de corrosion et temps d’immersion de l’acier dans  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.5M à 25°C



**Figure .III.2. :** la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu AcideH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,5M) en absence d'inhibiteur

Les valeurs de la vitesse de corrosion diminuent en fonction du temps en milieu acide H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(0,5M) en absence d'inhibiteur.

L'analyse des résultats dans le tableau(III.2), montre clairement que la vitesse de corrosion de l'acier dans H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5M, diminue avec l'augmentation du temps d'immersion. Cette diminution provient de la formation spontanée de la couche protectrice adsorbée à la surface du métal, ce qui diminue la dissolution de ce dernier.

### III.2.2 Etude de la corrosion en présence d'inhibiteur:

Dans cette étude, nous avons calculé plusieurs paramètres tels que la vitesse de corrosion ( $V_{\text{corr}}$ ), l'efficacité inhibitrice ( $I_{\text{corr}}\%$ ) et le taux de recouvrement de l'acier après une heure d'immersion, en l'absence et en présence de l'inhibiteur à différentes concentrations à température ambiante. Nous avons utilisé l'huile essentielle d'*Artemisia herba Alba* comme inhibiteur de corrosion. Les différents résultats sont regroupés dans le tableau suivant:

| C ( g / l ) | m <sub>1</sub> ( g ) | m <sub>2</sub> ( g ) | m <sub>1</sub> -m <sub>2</sub> | S ( mm <sup>2</sup> ) | V <sub>x107</sub><br>(g/mm <sup>2</sup> mi<br>n) | Icorr % |
|-------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|---------|
| 0           | 16.702               | 16.684               | 0.018                          | 1076                  | 2.788                                            |         |
| 0.125       | 18.582               | 18.574               | 0.008                          | 1164                  | 1.145                                            | 58.931  |
| 0.25        | 19.668               | 19.657               | 0.011                          | 1200                  | 1.527                                            | 45.229  |
| 0.5         | 16.839               | 16.827               | 0.012                          | 1095                  | 1.826                                            | 34.505  |
| 1           | 17.784               | 17.783               | 0.001                          | 1126                  | 0.148                                            | 94.691  |
| 2           | 18.558               | 18.546               | 0.012                          | 1148                  | 1.742                                            | 37.517  |

Tableau .III.3 : Vitesse de corrosion, efficacités inhibitrices en absence et en présence d’HE

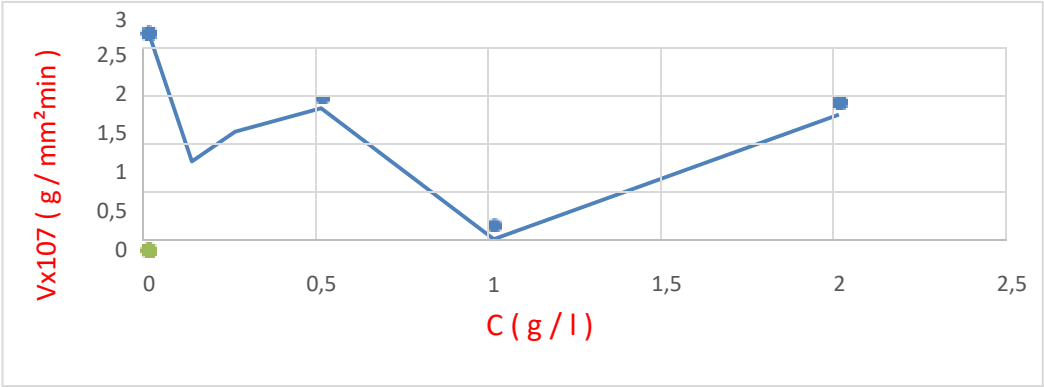
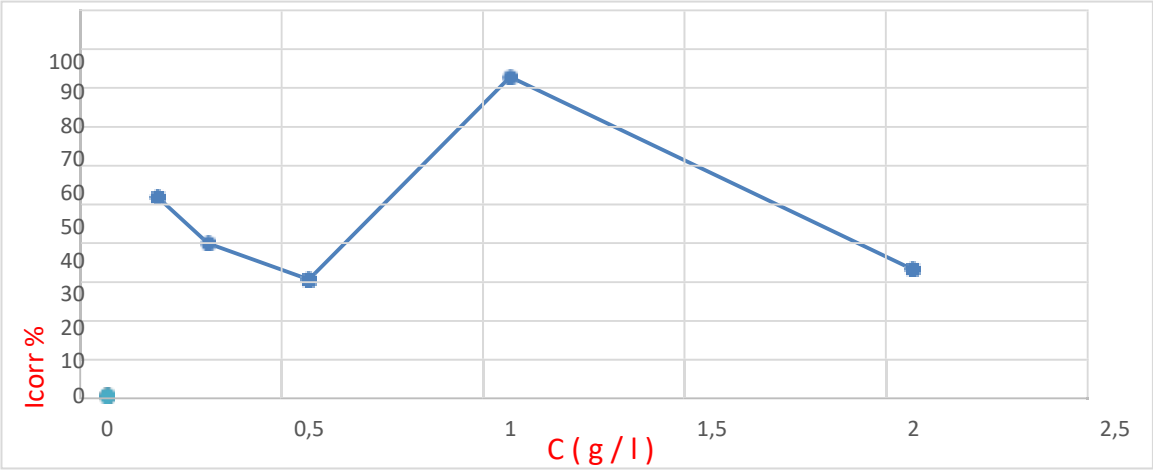


Figure .III.3 : Variation de la vitesse de corrosion en fonction de la concentrationD’inhibiteur Les résultats présentés dans le Tableau(III.3) indiquent qu’il y a des fluctuations dans la

vitesse decorrosion de l'acier et l'efficacité inhibitrice avec l'augmentation de la concentration de l'inhibiteur. La figure (III.3) indique que l'huile essentielle extraite a de bonnes propriétés pour prévenir la corrosion de l'acier. À partir de ces résultats, nous avons conclu que la concentration optimale pour une efficacité maximale de l'inhibition est de 1 g/L avec un pourcentage de 94,69%, et nous avons enregistré à cette concentration la vitesse de corrosion la plus faible (0,148 g/mm2.min)



**Figure .III.4 :** Variation de l’efficacité inhibitrice en fonction de la concentration de l’inhibiteur

La variation de l'efficacité inhibitrice de cette huile avec la concentration est reportée sur la Figure (III.4).ce qui confirme davantage l’augmentation de l’efficacité inhibitrice avec l’augmentation de la concentration de l’HE. Cela indique que les composés de cet extrait sont adsorbés sur la surface de l’acier empêchant ainsi la dissolution de l’acier en bloquant les sites actifs contre la corrosion. Une efficacité optimale est obtenue pour une concentration de 1 g d’huile.

**Etude l’effet de la température en présence d’inhibiteur :**

| T(C°) | C               | I%     |
|-------|-----------------|--------|
|       | Inibiteur (g/l) |        |
| 30    | 0.125           | 56.51  |
|       | 0.25            | 38.77  |
|       | 0.5             | 38.9   |
|       | 1               | 88.08  |
|       | 2               | 38.59  |
| 50    | 0.125           | 37.98  |
|       | 0.25            | 14.84  |
|       | 0.5             | 33.71  |
|       | 1               | 80.45  |
|       | 2               | 22.07  |
| 70    | 0.125           | -45.28 |
|       | 0.25            | -74.93 |
|       | 0.5             | 34.15  |
|       | 1               | 59.19  |
|       | 2               | -56.82 |

**Tableau .III.4 :** L'effet de la température sur L’efficacités inhibitrices en présence d’HE.

Une étude a été menée sur l'effet de la température sur la perte de poids en utilisant un milieu acide avec différentes concentrations d'inhibiteur après une heure d'immersion à des températures (30°C, 50°C, 70°C). Le tableau (Tableau .III.4) montre qu'il y a un effet significatif de la température sur l'efficacité de l'inhibition, où le pourcentage d'inhibition le plus élevé (88.08%) a été enregistré à 30°C et le pourcentage d'inhibition le plus faible a été enregistré à une température de 70°C, indiquant que cette température a entravé la performance de l'inhibiteur.

Par conséquent, nous concluons qu'il y a une relation fluctuante entre la température et le pourcentage d'inhibition."

# Conclusion générale

## Conclusion générale :

Le but de cette étude est d'étudier l'inhibition de la corrosion de l'acier au carbone (x70) dans l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  0,5 M en utilisant un extrait d'huile d'Artémisia Herba Alba et d'évaluer son activité d'inhibition de la corrosion. L'étude a examiné le comportement de l'acier dans un milieu acide (acide sulfurique) seul, ainsi que les facteurs qui affectent le taux de corrosion de l'acier, notamment la température, la concentration d'acide et le temps d'immersion.

**Temps d'immersion :** Une étude a démontré l'importance du temps d'immersion dans la détermination du taux de corrosion. Le temps d'immersion a été étudié sans l'inhibiteur à différentes intervalles : 30 min, 60 min, 90 min, 120 min, 150 min, 180 min, à une température ambiante de 25 C° Celsius. L'étude a révélé que la vitesse de corrosion se stabilise à 60 min.

**Concentration :** Une expérience a été réalisée en utilisant différentes concentrations d'inhibiteur (0,125 g/l, 0,25 g/l, 0,5 g/l, 1 g/l, 2 g/l). Les résultats ont montré que la meilleure concentration était de 1 g/l, où la vitesse de corrosion la plus basse a été mesurée avec un taux d'inhibition élevé atteignant 94,69 %.

**Température :** L'expérience a été réalisée à différentes températures : 30 C°, 50 C°, 70 C°. Les résultats ont montré que la relation entre la température et le taux d'inhibition est oscillante.

À partir des résultats obtenus lors de ces expériences, il s'avère que l'huile d'Artemisa peut être utilisée comme une alternative efficace pour inhiber la corrosion. Nous pouvons exploiter les ressources végétales comme une solution prometteuse pour réduire le taux de corrosion. Nous espérons que cette richesse végétale sera exploitée pour aider le secteur industriel.



*Références*  
***Références***  
*et bibliographie*  
***et bibliographie***

## Référence:

[1] ن، عنقا . ز، طحان العدد. 1 ص 112 2002 دراسة التآكل في خطوط النفط الخام . مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية. المجلد 22.

[2] د. قحطان خمف محمد الخزرجي، عبد الجواد محمد أحمد الشريف، "التآكل: أسبابه أنواعه طرق الحماية منه"، جامعة بغداد، 1988.

[3] E.Hamida, S. Maha, j. M., (2020). Study Of Some Organic Dyes (Cresol Red, Methyl Violet Luxol Fast Blue) As Corrosion Inhibitors Of Carbon Steel In Sulfuric Acid Solution. College of Education for pure Science , University of Kerbala.

[4] حسن دندوي، 2002 دراسة أبيض الفالغونيدي والتربيني لبعض أنواع نباتات ضايات الصحراء الجزائرية. رسالة دكتوراه، جامعة منتوري قسنطينة

[5] D. Gamra et A. Hadjadja, Mémoire de Licence « Mesure des paramètres cinétiques sur une droite de Tafel lors de la corrosion de l'acier X52 dans un milieu acide sulfurique » (2009).

[6] H. Elbakouri. Mémoire de DES ; « Etude de l'inhibition de la corrosion de l'acier doux au carbone en milieu acide orthophosphorique par un antibiotique organique», Université Mohammed 1 Oujda (Maroc) (2000).

[7] A. Habchi. Master académique ; « Etude de l'effet de la température sur la corrosion de l'acier xc52 en présence du sulfarlem et leur sel correspondent dans un milieu H2SO4 20%» Université Kasdi Merbah Ouargla (2013).

[8] Norme Internationale ISO 8044 (1999)

[9] T. LANEZ, "Cours de corrosion" université d'Ouargla, 2010, pages 51-52

[10] B. Grosgeat, P.Colon, Cours sur la corrosion (2010).

[11] A. Nahla, B.Hamamet ellah khadidja, (Etude phytochimique et activités biologiques de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie 2018.

[12] G.Imane, R.Afaf (Etude de l'effet inhibiteur des huiles essentielles de *Anacyclus valentinus* L sur la corrosion de l'acier X70 dans un milieu d'acide H2SO4 (0.5M) ). Mémoire de Master.Université de kasdi Merbah Ouaragla 2021.

[13] K.AMINA et C.FAIROUZ. (Contribution à l'étude des activités antibactérienne et antioxydante de l'huile essentielle de l'Armoise blanche (*Artemesia herba alba*). En vue d'obtention du Diplôme de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 2017.

[14] R. Yaacoub, I. Tlidjane. « Caractérisation physico-chimiques et analyses biologiques de l'huile essentielle des grains de *Cuminum cyminum* L. et de *Foeniculum vulgare* mull extraire par hydrodistillation et CO<sub>2</sub> supercritique : étude comparative ». Mémoire de Master.Université de Oum El Bouaghi(Algérie), 2018.

[15] M.Rebiha « Protection Cathodique De L'acier Au Carbone Par Un Courant Imposé Et Anode Sacrificielle (Al-5%Zn-0.4%Sn) Dans NaCl 3% » Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou . 2013