

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département des sciences de la matière



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Chimie Macromoléculaire
Domaine : science de la matière
Filière : chimie
Spécialité : Chimie Macromoléculaire
Thème

Etude expérimentale de l'effet inhibiteur des imidazopyrimidines contre la corrosion d'acier dans un milieu agressif

Présenté Par :

- 1) Melle GHORZI Hayet
- 2) M BOUZID DAHOU Arkia

Devant le jury composé de :

Dr Lahcen BELARBI	Pr	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Président
Dr BAILICH Zohra	M C A	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Examineur
Dr CHOUKCHOU BRAHAM Esma	Pr	université de Tlemcen	Encadrant
Dr KIBOU Zahira	M C A	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Co-Encadrante

Année Universitaire 2020/2021

Remerciements

Nous remercions notre créateur Allah, Ce tout puissant pour le courage qu'il nous a donné pour réaliser ce travail.

Ce travail a été effectué au sein du laboratoire TOXICOMED de l'Université ABOU-BAKR BELKAÏD Tlemcen

Nous tenons à exprimer toute nos gratitude et nos reconnaissances à notre encadreur Madame Esma CHOUKCHOU BRAHAM d'avoir accepté de diriger ce travail et d'avoir mis à nos disposition tous les moyens qui nous ont permis de mener à terme cette étude et aussi pour ses précieux conseils et ses encouragements.

Nous tenons aussi à remercier Monsieur Tarik ATTAR pour l'intérêt qu'il a bien voulu porter à ce travail.

Nos remerciements vont également à notre Co-encadreur Madame Zahira KIBOU

Mes remerciements s'adressent aux membres du jury, Monsieur Lahcen BELARBI, directeur d'institut de science, pour avoir accepté d'évaluer mon modeste travail et a Madame BAILICH Zohra, chef département de la science de la matière, pour avoir voulu participer ce jury

Dédicaces

A mes chers parents

A ma très chère mère : pour ton soutien, tes prières et ton réconfort pendant toutes ces années d'études. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite.

A mon très cher papa : pour ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder la santé, le bonheur et la longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A mes chers grands-parents maternels

Qui m'ont accompagné par leurs prières, leur douceur, puisse Dieu leurs prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur dans les deux vies.

A la mémoire de mon grand père et ma grande mère paternels

J'aurais tant aimé que vous soyez présents. Que Dieu ait vos âmes dans sa sainte miséricorde.

A mes chers frères

Mon frère Mohamed et Tesnime ma petite sœur que je l'adore. Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur. Que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

GHORZI Hayet

Dédicaces

A Ma Mère

A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, à la source d'amour, à la mère des sentiments fragiles qui m'a bénie par ses prières

A mon cher père

Qui n'a cessé de m'aider avec son indéfectible soutien

A ma sœur

FATIMA, ma fidèle amie qui m'inspire dans ma vie, et son mari MANKOR et leur adorable fille JANA WISALE

A mon frère MEHDI le chouchou de mon cœur

Mon cher mari

ABDOU, aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous

A ma grande mère

Qui ma accompagné par ces prières, ça douceur, puisse Dieu la prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur dans les deux vies.

BOUZID DAHOU ARKI

Résumé

Ce travail a pour intérêt d'étudier la lutte contre la corrosion de l'acier dans le milieu d'acide chlorhydrique 1 M et sa protection par l'imidazopyrimidine et ses dérivées par la méthode perte de masse. Plusieurs paramètres ont été étudiés à savoir la concentration, la température et le temps. La concentration optimale des inhibiteurs est de 5×10^{-4} M à la température 338 K pour une durée de 5 h tandis que l'efficacité est de 93,98 %. Les paramètres thermodynamiques d'activation ont montré une tendance chimisorption caractérisée par un processus exothermique. L'adsorption de l'imidazopyrimidine sur la surface de l'acier obéit à l'isotherme d'adsorption de Langmuir et suit un processus spontané de type chimique.

Mots clés : Corrosion, acier, imidazopyrimidine et efficacité.

Abstract

The interest of this work is to study the corrosion control of steel in 1 M hydrochloric acid medium and its protection using imidazopyrimidine and its derivatives by the mass loss method. Several parameters were studied such as concentration, temperature and time. The inhibitors optimal concentration is 5×10^{-4} M at temperature 338 K for a duration of 5 h whereas the efficiency is 93,98 %. The activation thermodynamic parameters showed a chemisorption trend characterized by an endothermic process. The adsorption of imidazopyrimidine on the steel surface obeys the Langmuir adsorption isotherm and follows a spontaneous chemical type process.

Key words: Corrosion, steel, imidazopyrimidine and efficiency.

ملخص

الفائدة من هذا العمل هو دراسة مكافحة تآكل الفولاذ في وسط حمض الهيدروكلوريك 1 و حمايته بواسطة إيميدازوبيريبيدين ومشتقاته باستخدام طريقة فقدان الكتلة. تمت دراسة العديد من المتغيرات مثل التركيز ودرجة الحرارة والوقت. التركيز الأمثل للمثبطات 5×10^{-4} مولار عند 338 كلفن لمدة 5 ساعات واما الكفاءة فبلغت 93.98%. أظهرت معاملات التنشيط الديناميكي الحراري ميلاً للامتصاص الكيميائي تميز بكونه عملية طاردة للحرارة. يخضع امتصاص إيميدازوبيريبيدين لسطح الفولاذ لنموذج امتصاص لانجموير ويتبع عملية تلقائية شبيهة بالكيموايات.

الكلمات المفتاحية: تآكل، حديد، إيميدازوبيريبيدين وكفاءة

Liste des figures.

Figure I.1: La corrosion entre le matériau et l'environnement.....	3
Figure I.2: Moyens de prévention de la corrosion.....	6
Figure I.3: Classement des inhibiteurs de corrosion.....	9
Figure II.1: Organigramme de la méthode gravimétrique.....	19
Figure II.2: Des papiers abrasifs.....	20
Figure II.3: Pied à coulisse.....	20
Figure II.4: Balance analytique.....	21
Figure II.5: Dispositif expérimental de la méthode de perte de la masse	22
Figure III.1 : Evolution de l'efficacité d'IP- pour différentes temps et à une concentration en inhibiteur de et une température de 318 K.....	27
Figure III.2 : Evolution de la perte de masse sur la surface en fonction des temps d'immersion à la concentration optimale et pour l'acide seul à 318 K.....	28
Figure III.3: Variation du logarithme de la vitesse de corrosion en fonction de l'inverse de la température.....	30
Figure III.4 : La variation du $\ln (W/T)$ en fonction de l'inverse de la température absolue.....	33
Figure III.5: Isotherme d'adsorption de Langmuir de l'acier dans HCl 1 M en présence de imidazopyrimidine à différentes températures.....	35
Figure III.6: Isotherme d'adsorption de Temkin de l'acier dans HCl 1 M en présence de imidazopyrimidine à différentes températures.....	36

Liste des tableaux

Tableau I.1: Principaux facteurs de corrosion.....	7
Tableau II.1: La composition chimique d'acier.....	14
Tableau II.2: Les dérivés d'imidazopyrimidine.....	16
Tableau III.1 l'effet de la concentration d'IP- et de température sur l'efficacité inhibitrice.....	24
Tableau III.2: La vitesse de corrosion pour différentes concentrations en imidazopyrimidine et à différentes températures.....	25
Tableau III.3 : L'efficacité des différents inhibiteurs à une température 308 K et une concentration de $5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$	26
Tableau III.4 : Les énergies d'activation pour différentes concentrations d'imidazopyrimidine.....	31
Tableau III.5 : Les enthalpies et entropies pour différentes concentrations en imidazopyrimidine.....	34
Tableau III.6: Énergies d'adsorption.....	37

Liste des abréviations

C: Concentration (***mol.L⁻¹***).

C_{inh}: Concentration de l'inhibiteur.

EI: Efficacité inhibitrice en (%).

W_{corr}: Vitesse de corrosion sans inhibiteur.

W_{inh}: vitesse de corrosion avec inhibiteur.

Δm: Perte de masse exprimée en ***mg***.

S: Surface de l'échantillon exposé en ***cm²***.

T: Température en (***K***).

t: Temps d'immersion en ***h***.

Θ: fraction de sites occupés par l'inhibiteur.

E_a: Energie d'activation.

ΔH_a: Enthalpie d'activation (***kJ/mol***).

ΔS_a: Entropie d'activation (***kJ/mol***).

ΔG_a: l'enthalpie libre d'activation (***kJ/mol***).

HCl: acide chlorhydrique.

K_{ads}: constante d'adsorption.

ΔH_{ads}: Enthalpie libre d'adsorption (***kJ/mol***).

ΔS_{ads}: Entropie d'adsorption (***J/mol.K***).

ΔG_{ads}: l'enthalpie libre d'adsorption (***kJ/mol***).

A: constante d'Arrhenius.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE	
<i>I.A. Définition et modes de corrosion</i>	<i>3</i>
<i>I.A.1. Corrosion</i>	<i>3</i>
<i>I.A.2. Modes de corrosion</i>	<i>4</i>
<i>I.A.3. Les forme de corrosion</i>	<i>4</i>
<i>I.A.4. Méthodes de prévention contre la corrosion</i>	<i>5</i>
<i>I.A.5. L'origine de la corrosion</i>	<i>6</i>
<i>I.A.6. Les facteurs influençant la vitesse de corrosion</i>	<i>7</i>
<i>I.A.7. Vitesse de corrosion</i>	<i>7</i>
<i>I.B. Généralités sur l'inhibiteur de la corrosion</i>	<i>8</i>
<i>I.B.1. Définition</i>	<i>8</i>
<i>I.B.2. Propriétés d'inhibiteur</i>	<i>8</i>
<i>I.B.3 Domaines d'application</i>	<i>8</i>
<i>I.B.4. Classes d'inhibiteurs</i>	<i>9</i>
<i>I.B.5. Les types d'inhibiteur de corrosion</i>	<i>10</i>
<i>I.B.5.a Les inhibiteurs minéraux</i>	<i>10</i>
<i>I.B.5.b. Les inhibiteurs organiques</i>	<i>11</i>
<i>I.C. L'adsorption</i>	<i>11</i>
<i>I.C.1. Type d'adsorption</i>	<i>11</i>
<i>I.C.1.a. Adsorption physique</i>	<i>11</i>
<i>I.C.1.b. Adsorption chimique</i>	<i>11</i>
<i>I.C.2. Les isothermes d'adsorption</i>	<i>12</i>
<i>I.C.2.a. Isotherme de Langmuir</i>	<i>12</i>
<i>I.C.2.b. Isotherme de Temkin</i>	<i>13</i>

CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE DE L'ETUDE

<i>II. Introduction</i>	14
<i>II.A. Echantillon et produits</i>	14
<i>II.A.1. Echantillon</i>	14
<i>II.A.2. Milieu électrolytique</i>	14
<i>II.A.3. Imidazopyrimidine</i>	15
<i>II.B. Dispositifs</i>	17
<i>II.C. Protocole expérimentale</i>	18
<i>II.C.1. Méthode de la perte de masse</i>	18
<i>II.C.2. Protocoles de la perte de masse</i>	19

CHAPITRE III : Résultats et discussions

<i>III.A. Introduction</i>	23
<i>III.B. Résultats</i>	23
<i>III.B.1. Effet de la concentration et de température</i>	23
<i>III.B.2. Effet du temps d'immersion</i>	26
<i>III.B.3. Calculs des paramètres d'activations thermodynamiques</i>	29
<i>III.B.3.a. Energie d'activation</i>	29
<i>III.B.3.b. L'enthalpie, l'entropie et l'enthalpie libre</i>	32
<i>III.B.5. Isotherme d'adsorption</i>	35
Conclusion générale	39
Référence bibliographique	40

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

La corrosion est la détérioration d'un matériau due à l'attaque électrochimique d'éléments présents dans son environnement.[1]

La corrosion est un phénomène de dégradation sous l'action de l'oxydation environnementale. Cette corrosion affectera tous les matériaux métalliques en contact avec les eaux usées. D'un point de vue économique, le gaspillage de matières premières peut conduire à de graves accidents de pollution environnementale, ce qui met en évidence le manque à gagner pendant la période d'arrêt et les installations nécessaires à la maintenance.

En raison de la viabilité de l'acier et des coûts de production et d'installation élevés, la plupart des industries ont pris diverses mesures pour prolonger la durée de vie de ce métal précieux.[2]

L'utilisation d'inhibiteurs de corrosion écologiques et biodégradables est devenue un enjeu important. La recherche actuelle est de plus en plus consacrée au développement de nouvelles molécules organiques moins toxiques, stables et résistantes à l'oxydation à haute température [3]. L'inhibition de la corrosion par les composés organiques est due à leur adsorption sur la surface métallique. Ces phénomènes d'adsorption peuvent être décrits par deux principaux types d'interactions, à savoir l'adsorption physique, l'adsorption chimique, et/ou mixte[4]

Cette étude s'intéresse à un inhibiteur organique synthétisé l'imidazopyrimidine ainsi que ces dérivées

Le premier chapitre est consacré à une recherche bibliographique sur l'inhibition de corrosion. Le deuxième chapitre décrit une étude expérimentale de l'inhibition de corrosion de l'acier en milieu acide chlorhydrique

INTRODUCTION GENERALE

Le troisième chapitre traite la corrosion de cet acier sans protection qui nous servira de référence pour observer l'efficacité de l'inhibiteur imidazopyrimidine et ainsi que l'étude de l'influence de quelques paramètres expérimentaux. Les dérivés de l'imidzopyrimidine sont testés pour la corrosion de l'acier pour voir l'influence des halogénures.

Nous terminons par une conclusion générale.

Chapitre I :

ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

I. ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE***I.A. Définition et modes de corrosion******I.A.1. Corrosion***

La corrosion est un phénomène vandale, c'est une dégradation du matériau ou de ses propriétés par réaction chimique avec l'environnement : elle détruit le matériau ou réduit ses propriétés, le rendant inutilisable pour une application prévue.

D'une manière générale, la corrosion est définie comme une interaction physico-chimique entre un métal et son environnement conduisant à une modification des propriétés du métal, une dégradation significative de la fonction du métal et de son environnement.

La corrosion métallique est le phénomène suivant lequel les métaux et Alliages ont tendance, sous l'action de réactifs chimiques ou d'agents atmosphériques, à retourner vers leur état originel d'oxydes par une attaque plus au moins rapide du milieu corrosif. [5]

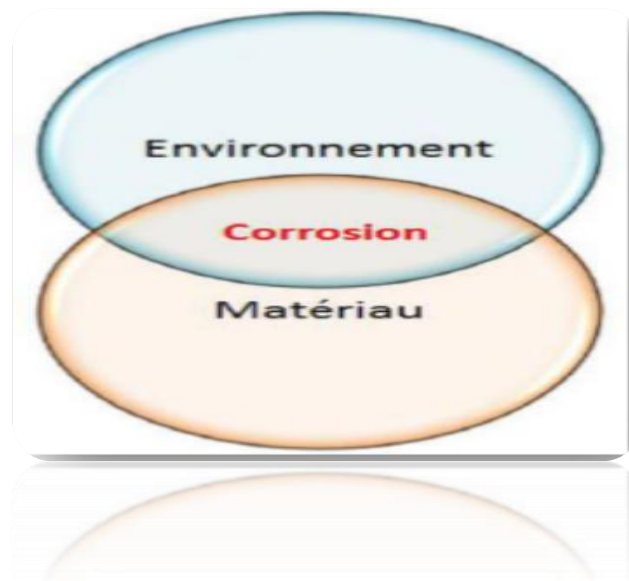


Figure I.1 : La corrosion entre le matériau et l'environnement[6]

CHAPITRE I : ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

I. A.2. Modes de corrosion

Les phénomènes de corrosion peuvent se développer suivant différents processus : corrosions chimique, électrochimique et la corrosion biochimique

La corrosion chimique

C'est le résultat d'une réaction hétérogène entre une phase solide, le métal, et une phase gazeuse ou liquide. Il est très difficile de donner un exemple de corrosion chimique pure par un liquide puisque celle-ci est le plus souvent accompagnée d'une corrosion électrochimique.

Corrosion électrochimique

Elle se manifeste lorsqu'il existe une hétérogénéité soit dans le métal, soit dans le réactif. L'existence de ces hétérogénéités détermine la formation de piles, et un courant électrique circule entre anodes et cathodes, les zones constituant les anodes étant attaquées.

La corrosion biochimique

Elle est due à l'activité vitale des diverses microorganismes utilisant le métal comme milieu nutritif ou sécrétant des produits qui altèrent le métal. Son évolution. [7]

I.A.3. LES FORME DE CORROSION

Les phénomènes de corrosion rencontrés sont complexes et souvent spécifiques. Différentes formes de corrosion dépendant de la nature du matériau et des caractéristiques de l'environnement

I.A.3.a. Corrosion généralisé

I.A.3.b. Corrosions localisées

 Corrosion galvanique ou bimétallique

 Corrosion par piqûres

- ✚ Corrosion sélective
- ✚ Corrosion caverneuse
- ✚ Corrosion bactérienne
- ✚ Corrosion érosion
- ✚ Corrosion sous contrainte
- ✚ Corrosion fatigue
- ✚ Corrosion intergranulair[8]

I.A.4. Méthodes de prévention contre la corrosion

Pour ralentir la durée de vie du métal, on recourt aux diverses méthodes de protection. Le choix de tel ou tel procédé est dicté par son efficacité dans chaque cas précis ainsi que par les avantages économiques qu'il procède [9]

En fonction de l'agressivité de l'environnement et des conditions d'utilisation, des mesures doivent néanmoins parfois être prises afin de limiter ou d'empêcher la dégradation.

Il existe divers moyens de préventions focalisées sur le matériau ou le milieu comme nous pouvons voir dans la figure I.2 [10]

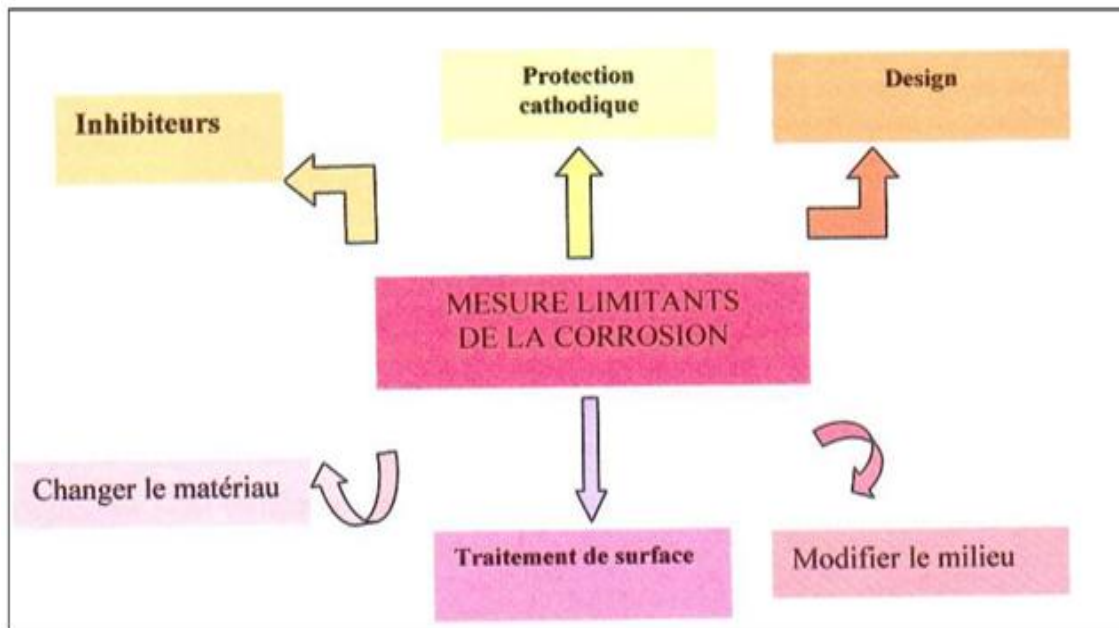


Figure I.2 : Moyens de prévention de la corrosion.

I.A.5. L'origine de la corrosion

- ❖ La composition du métal (structure métallurgique, composition chimique...).
- ❖ La composition chimique de l'environnement.
- ❖ Les sollicitations mécaniques (contraintes, chocs, frottement,...).
- ❖ Les paramètres physiques (température, convection,...).

Le coût occasionné par la dégradation annuelle des matériaux, a provoqué la mise en œuvre de méthodes de protection. Ces dernières visent une économie de matière et d'énergie auxquelles s'additionnent de nombreuses contraintes. Toute solution efficace et durable ne peut être qu'un compromis tenant compte de l'ensemble de ces facteurs, notamment des contraintes économiques et des critères scientifiques.[11]

CHAPITRE I : ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

I.A.6. les facteurs influençant la vitesse de corrosion

Le tableau I.1 représente les principaux facteurs de corrosion.

Tableau I.1 : Principaux facteurs de corrosion. [12]

<i>Facteurs du milieu Corrosif</i>	<i>Facteurs métallurgiques</i>	<i>Facteurs définissant les conditions d'emploi</i>	<i>Facteurs dépendant du temps</i>
<ul style="list-style-type: none">•Concentration du réactif•Teneur en oxygène• pH du milieu• Température• Pression	<ul style="list-style-type: none">•Composition de l'alliage•Procédés d'élaboration• Impuretés•Traitement thermique•Traitement mécanique	<ul style="list-style-type: none">• Etat de surface•Forme des pièces•Emploi d'inhibiteur•Procédés d'assemblage	<ul style="list-style-type: none">• Etat de surface•Forme des pièces•Emploi d'inhibiteur•Procédés d'assemblage

I.A.7. Vitesse de corrosion

La vitesse de corrosion d'un métal dans un milieu corrosif dépend de :

Effet de la température : accélère les phénomènes de corrosion, car elle diminue les domaines de stabilité des métaux et accélère les cinétiques de réactions et de transport.

Effet de l'acidité : une forte concentration en protons dans la solution augmente l'agressivité du milieu. La corrosion augmente avec la diminution du pH du milieu.

couche de Nernst, ce qui explique l'importance de l'agitation de l'électrolyte lors des essais de corrosion en laboratoire.[13]

CHAPITRE I : ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

I.B. Généralités sur l'inhibiteur de la corrosion

I.B.1. Définition

Un inhibiteur de corrosion est un composé chimique qui est ajouté à faible concentration au milieu corrosif, ralentit ou stoppe le processus de corrosion d'un métal placé au contact de ce milieu.[14]

I.B.2. Propriétés d'inhibiteur

D'une manière générale, un inhibiteur doit répondre à un certain nombre d'exigences :

- Abaisser la vitesse de corrosion du métal tout en conservant les caractéristiques physico-chimiques de ce dernier.
- Etre stable en présence des autres constituants du milieu, en particulier vis-à-vis des oxydants et aux températures d'utilisation.
- Etre efficace à faible concentration. Etre compatible avec les normes de non-toxicité.[15]

I.B.3. Domaines d'application

Les inhibiteurs ont plusieurs domaines d'application :

- Le traitement des eaux (eaux sanitaires, eaux de procédés industriels, etc.) ;
- L'industrie du pétrole : forage, extraction, raffinage, stockage et transport.
- L'industrie des peintures sur métaux où les inhibiteurs sont des additifs assurant la protection anticorrosion des métaux.[16]

I.B.4. Classes d'inhibiteurs

On peut classer les inhibiteurs de différentes façons :

- Classification selon la nature des molécules de l'inhibiteur,
- Mécanismes d'action électrochimique,
- Par mécanisme réactionnel,
- Par domaine d'application.[17]

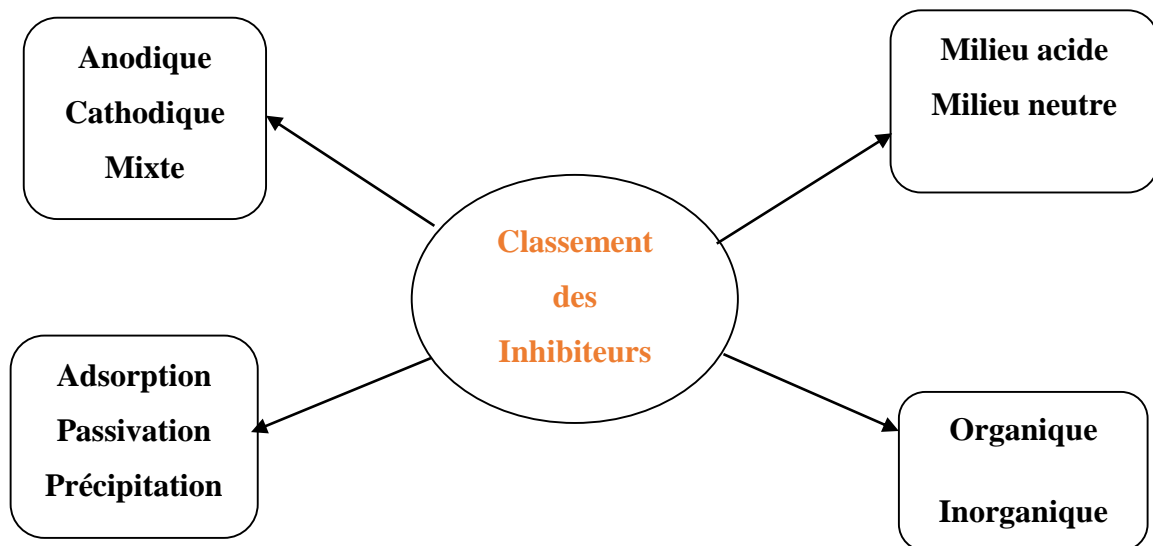


Figure I.3 : Classement des inhibiteurs de corrosion [18]

CHAPITRE I : ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

I.B.5. Les types d'inhibiteur de corrosion

En général, les inhibiteurs sont classés en fonction de leur mode d'action. On distinguera ainsi

I.B.5.a Les inhibiteurs minéraux

I.B.5.a.1. Inhibiteurs anodiques

Les inhibiteurs anodiques diminuent la densité de courant de dissolution du métal et déplacent le potentiel de corrosion dans le sens positif.

Ce type d'inhibiteur doit être utilisé en quantité suffisante car dans le cas contraire, ils peuvent accentuer la corrosion des zones non protégées.

I.B.5.a.2. Inhibiteurs Cathodiques

Un inhibiteur cathodique diminue la densité du courant partiel cathodique et déplace le potentiel de corrosion dans le sens négatif. Ceci se produit par la précipitation de l'espèce insoluble sur les sites cathodiques.

I.B.5.a.3. Inhibiteurs mixtes

Un inhibiteur mixte diminue la vitesse des deux réactions partielles, mais il modifie peu le potentiel de corrosion.

CHAPITRE I : ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

I.B.5.b. Les inhibiteurs organiques

Les (Amidoamines, éthanol amines, aldéhydes, mercaptans,...) sont des molécules à chaînes longues capables de se fixer à la surface du métal par une de leurs extrémités.[19]

I.C. L'Adsorption

Il s'agit de l'adsorption d'un inhibiteur à la surface du métal. Le degré d'inhibition dépend alors de l'équilibre entre espèces dissoutes et adsorbées, exprimé par un isotherme d'adsorption. Le mécanisme est particulièrement important en milieu acide.[20]

I.C.1. Type d'adsorption

L'adsorption des composés organiques peut être décrite par deux principaux types d'interaction à savoir l'adsorption physique et la chimisorption. Ces deux types d'adsorption sont influencés par la nature et la charge du métal, la structure chimique du produit organique et le type d'électrolyte.[21]

I.C.1.a. Adsorption Physique

Ce phénomène est dû aux forces faibles, du type Van Der Waals, entre les espèces adsorbées et la surface.

Phénomène réversible, il n'implique aucune énergie d'activation.

I.C.1.b. Adsorption chimique

Une chaleur d'adsorption plus élevée caractérise l'adsorption chimique, qui implique des liaisons fortes. Ce processus nécessite parfois une énergie d'activation. Généralement, une seule couche d'atomes ou de molécules est adsorbée[22].

CHAPITRE I : ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

I.C.2. Les isothermes d'adsorption

Un isotherme est une fonction qui décrit la quantité adsorbée (Θ) en fonction de la concentration à température constante. Peuvent souvent être représentées par l'une des isothermes classiques tel que, Langmuir, Temkin et Frumkin...[23]

I.C.2.a. Isotherme de Langmuir

Le modèle de Langmuir suppose qu'il existe à la surface un nombre fixe de sites. Chacun de ces sites ne peut adsorber qu'une seule particule. De plus, comme on néglige les interactions entre particules adsorbées, l'énergie d'adsorption est constante. La vitesse d'adsorption est proportionnelle à la concentration en inhibiteur C_{inh} et à la fraction de sites d'adsorption non occupée $(1-\theta)$, sachant que θ représente la fraction de sites occupés par l'inhibiteur

$$(0 < \theta < 1).$$

$$V_{ads} = K_{ads}(1 - \theta) C_{inh} \dots\dots\dots (I.1)$$

Inversement, la vitesse de désorption est proportionnelle à la fraction de sites occupés par les particules adsorbées :

$$V_{des} = K_{des}\theta \dots\dots\dots(I.2)$$

A l'équilibre, les deux vitesses sont égales.

$$K_{ads}(1 - \theta)C_{inh} = K_{des}\theta \dots\dots\dots (I.3)$$

Ce qui donne l'équation de l'isotherme de Langmuir

$$\frac{\theta}{(1-\theta)} = \frac{K_{ads}}{K_{des}} C_{inh} = K C_{inh} \dots\dots\dots (I.4)$$

CHAPITRE I : ASPECT BIBLIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

La fraction de sites occupés θ , aussi appelée taux de recouvrement de la surface est donnée par la formule :

$$\theta = \frac{K C_{inh}}{1+b C_{inh}} \dots\dots\dots (I.5)$$

Où K désigne le coefficient d'adsorption, K_{ads} et K_{des} sont respectivement, les constantes d'adsorption et de désorption de l'inhibiteur.

I.C.2.b. Isotherme de Temkin

Dans le modèle de Temkin, l'énergie libre d'adsorption de l'adsorbat est une fonction linéaire du taux de recouvrement θ et les constantes de vitesse chimiques sont fonctions de θ . Il y a attraction ou répulsion entre espèces adsorbées à la surface. L'équation de l'isotherme de Temkin est :

$$\theta = -\frac{\ln K}{2a} - \frac{\ln C}{2a} \dots\dots\dots (I.6)$$

Où a est une constante d'interaction entre particules adsorbées, k désigne le coefficient d'adsorption et C la concentration de l'inhibiteur dans l'électrolyte.[24]

Chapitre II :

PARTIE EXPERIMENTALE DE L'ETUDE

II.INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous allons voir et étudier les différents produits et matériaux utilisés ainsi que la méthode de mesure gravimétrique.

II.A. Echantillons et produits

II.A.1. Echantillon

Le tableau II.1 présente la composition d'acier utilisé :

Tableau II.1 : La composition chimique d'acier.

Eléments	C	Mn	P	S	Si	AL	NB	Ti	V
Pourcentage massique (%)	0,06	0,73	0,010	0,005	0,02	0,044	0,05	0,04	0,00

II.A.2. Milieu électrolytique

Acide fort, incolore d'une odeur très forte et étouffante, il est très soluble dans l'eau. Mais il est très toxique par inhalation, provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. Cet acide est utilisé dans des différents domaines comme : nettoyant domestique, utilisé dans un grand nombre de procédés industriels dont : construction, traitement de cuir, fabrication d'engrais, production du pétrole, décapage et détartrage des métaux, production des composés inorganique, régénération des résines échangeuses d'ions[25].

II.A.3. Imidazopyrimidine

Une grande attention a été accordée au développement de nouveaux composés organiques rentables et à l'étude de leur mécanisme d'inhibition de la corrosion à l'aide de plusieurs techniques[26]. L'ajout d'inhibiteurs de corrosion organiques, qui sont des composés contenant des hétéroatomes (=N-, -O- et -S-), des doubles et triples liaisons et des cycles aromatiques, a été identifié comme l'un des moyens de corrosion les plus pratiques et les plus économiques processus de contrôle des métaux[27]. Le mécanisme d'inhibition s'explique généralement par la formation d'un film protecteur à la surface de l'acier, qui empêche la diffusion des ions corrosifs actifs de la solution agressive vers l'acier[28]. De nombreuses études ont été réalisées pour évaluer les propriétés d'inhibition de la corrosion de différents inhibiteurs dans des solutions d'acide chlorhydrique utilisant des dérivés d'imidazopyrimidine.

Les cycles fusionnés d'imidazopyrimidine ont attiré de nombreuses attentions en raison de leur énorme avantage en chimie pharmaceutique et médicale[29]. Les composés pyrimidiques étaient bien connus dans la plupart des publications où le cycle pyrimidine est lié à divers hétérocycliques tels que le composé d'imidazopyrimidine[30]. Ont montré des activités, antivirales, antibactériennes, ainsi que dans la guérison de troubles neurodégénératifs tels que les cas d'anti-dépression. , les troubles anti-anxiétés[31]. Exemples de médicaments: Fasiplon, Divaplone, Taniplon[32].

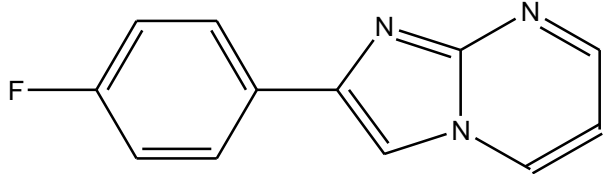
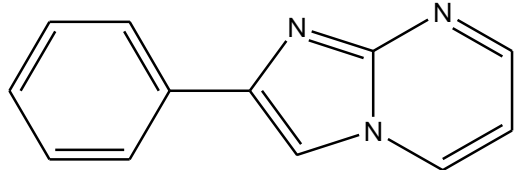
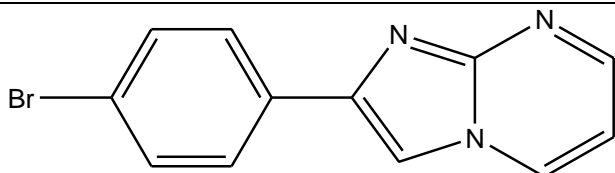
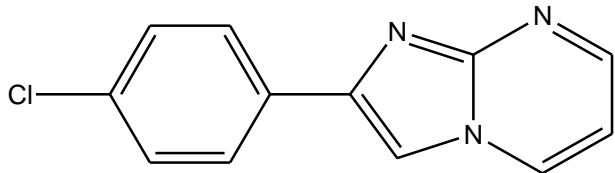
Une nouvelle approche de synthèse des imidazopyrimidines a été établie par l'équipe de laboratoire de catalyse et synthèse en chimie organique Tlemcen.

L'imidazopyrimidine a été greffé par les halogénures F, Cl, Br...

Ces quatre composés regroupés et codés dans le **tableau II.3** sont testés pour l'inhibition dans acier corrosifs

Le tableau représente les dérivées d'imidazopyrimidine

Tableau II.3. Les dérivées d'imidazopyrimidine

<i>Composé</i>	<i>Code</i>
 2-(4-fluorophenyl)imidazo[1,2-a]pyrimidine	IP-F
 2-phenylimidazo[1,2-a]pyrimidine	IP
 2-(4-bromophenyl)imidazo[1,2-a]pyrimidine	IP-Br
 2-(4-chlorophenyl)imidazo[1,2-a]pyrimidine	IP-Cl

II.B. DISPOSITIF

- Béchers (50 mL)
- Epprouvettes graduées (50 mL)
- Fioles jaugées (1 L)
- Bouchon en verre
- Entonnoir
- Agitateur magnétique avec chauffage
- Barreau aimanté
- Cristalliseur
- Balance électromagnétique
- Verre de montre
- Spatule
- Pissette
- Des pièces métalliques.
- Un bain marie (PHYWE).
- Une balance de précision (SARTORIUS).
- Des flacons étiquetés avec bouchons
- Une polisseuse a papier abrasifs.
- Des papiers abrasifs (SAITAC) de granulométrie (SiC#400, SiC#800, SiC#1000, SiC#1200) utilisés pour le polissage des échantillons.
- Pied à coulisse.
- Un séchoir.
- Des files.
- Polisseuse.

II.C. PROTOCOLE EXPERIMENTAL**II.C.1. Méthode de la perte de masse**

Cette méthode présente l'avantage d'être d'une mise en œuvre simple, de ne pas nécessiter un appareillage important, mais ne permet pas l'approche des mécanismes mis en jeu lors de la corrosion. Son principe repose sur la mesure de la perte de poids Δm subie par un échantillon de surface S , pendant le temps t d'immersion dans une solution corrosive maintenue à température constante.

La vitesse de corrosion est donnée par la relation suivante :

$$W_{corr} = \Delta m / S \cdot t \dots\dots\dots (II.1)$$

L'unité est (mg/h.cm²)

$$\Delta m = m_1 - m_2 \dots\dots\dots (II.2)$$

L'efficacité inhibitrice d'un composé organique est donnée par la relation suivante :

$$EI(\%) = \frac{W_{corr} - W_{inh}}{W_{corr}} * 100 \dots\dots\dots (II.3)$$

Où W_{corr} et W_{inh} sont les pertes de poids de l'échantillon après immersion dans la solution respectivement sans et avec inhibiteur.[33]

II.C.2. Protocole de la perte de masse

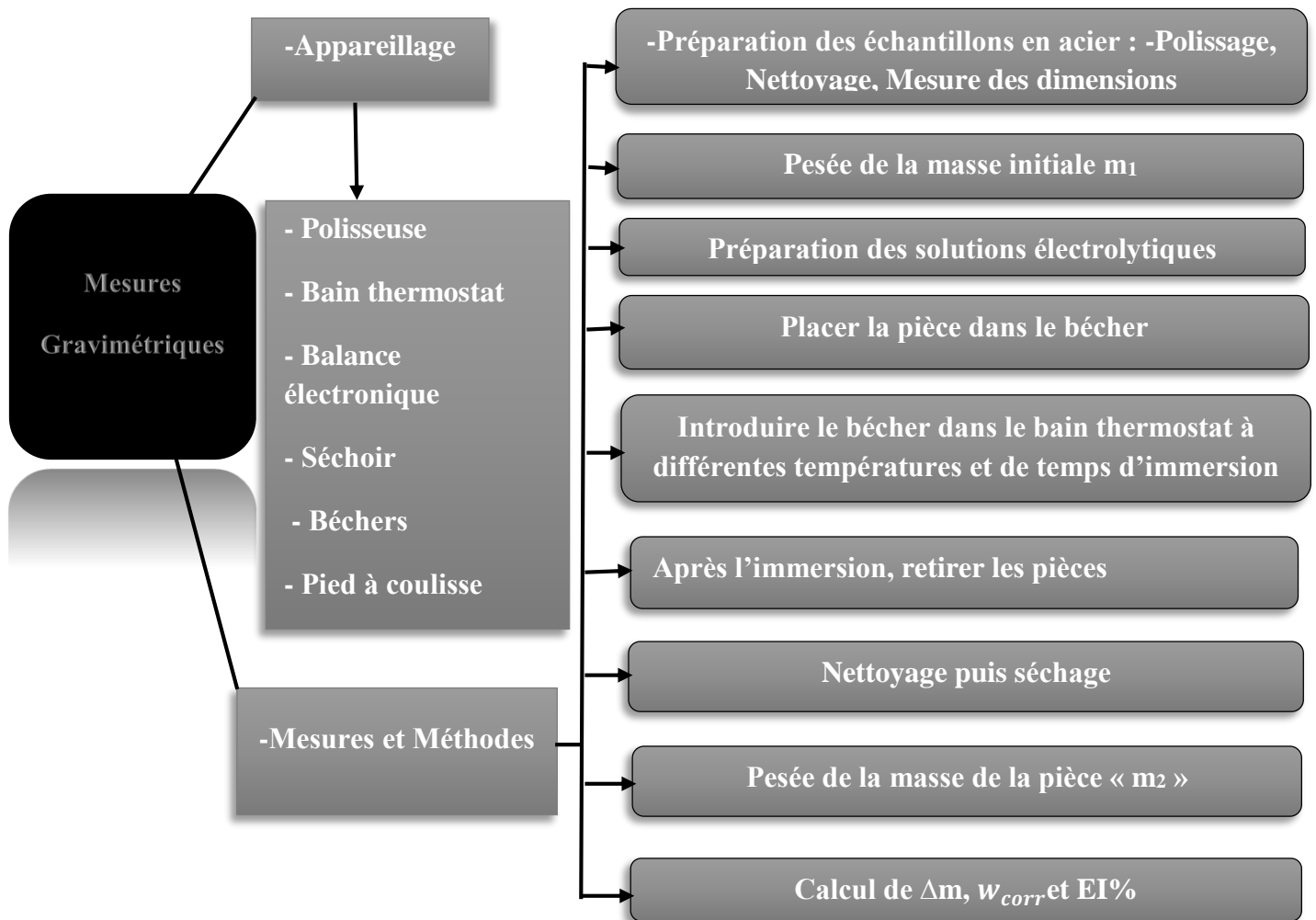


Figure II.1 : Organigramme de la méthode gravimétrique.

Préparation des échantillons en acier : -Polissage, Nettoyage, Mesure des dimensions

La préparation de la surface consiste à un polissage sur papiers abrasifs de granulométrie 400 à 1200 (figure II.2) suivi d'un polissage jusqu'à obtention de l'aspect miroir. Après on a été prennés la mesure des dimensions (figure II.3). Finalement, nous avons été nettoyés dans un bac à ultra-son contenant de l'acétone puis séché à l'air chaud.



Figure II.2 : Des papiers abrasifs



Figure II.3 : Pied à coulisse

Pesée de la masse initiale m_1

La perte de masse est la méthode la plus ancienne des mesures de la corrosion. Après avoir préparé les échantillons pour les mesures de masse initiale avec une balance analytique (figure II.4).



Figure II.4 : Balance analytique

Préparation des solutions

Différentes concentrations en imidazopyrimidine ont été préparées ($7,5 \times 10^{-5}$, 10^{-4} , $2,5 \times 10^{-4}$ et 5×10^{-4} mg/L) dans un milieu d'acide chlorhydrique 1 M

Placer la pièce dans le bécher

Le principe de cette technique est l'immersion de l'échantillon à étudier, pendant une durée bien définie dans le milieu agressif considéré, en présence et en absence d'inhibiteur (figure II.5)



Figure II.5 : Dispositif expérimental de la méthode de perte de la masse

CHAPITRE III :

Résultats et discussions

III.A. Introduction

La corrosion de nos échantillons d'acier a été déterminée par la méthode gravimétrique dite aussi la perte de masse, plusieurs paramètres ont été étudiés, tels que l'effet de la concentration, la température, et le temps d'immersion. Ces mesures sont répétées trois fois pour un même échantillon pour une meilleure précision des résultats.

III.B. Résultats***III.B.1. Effet de la concentration et de température***

Dans cette partie de l'étude, nous avons effectué des mesures gravimétriques sur l'acier en milieu acide en absence et en présence de différentes concentrations d'imidazopyrimidine. Les échantillons de l'acier ont été exposés au milieu corrosif pour une durée de 5 h de temps, à des différentes températures

Ce matériau inhibe la corrosion de l'acier dans le milieu considéré et que l'efficacité inhibitrice augmente avec la concentration en inhibiteur pour atteindre une valeur maximale égale à 93,98 % à 5×10^{-4} (mol.L⁻¹) et à 338 K, et qui diminue avec l'augmentation de la température, qui veut dire que la barrière protectrice contre la corrosion diminue en présence de température.

Ces résultats sont rapportés dans **le tableau III.1**

Tableau III.1 l'effet de la concentration d'IP- et de température sur l'efficacité inhibitrice

		EI %				
T(K) C (mol.L ⁻¹)	298	308	318	328	338	
7,5x10 ⁻⁵	53,73	76,43	85,06	85,32	85,88	
10 ⁻⁴	57,65	77,87	85,42	85,92	86,25	
2,5x10 ⁻⁴	64,70	85,16	89,14	90,63	91,23	
5x10 ⁻⁴	68,19	82,02	90,79	92,02	93,98	

L'addition de l'inhibiteur au milieu corrosif a une influence sur la vitesse de corrosion de l'acier. Cette diminution est due à l'adsorption des composés présents dans la composition d'inhibiteur à la surface métallique. Ces résultats montrent qu'il a une meilleure protection en terme quantité/pouvoir protecteur.

En général, la température a un effet important sur les phénomènes de corrosion puisque la plupart des réactions chimiques et électrochimiques deviennent plus rapides lorsque la température augmente. Les résultats sont donnés dans le **tableau III.2**

Tableau III.2 : La vitesse de corrosion pour différentes concentrations en imidazopyrimidine et à différentes températures.

		W_{corr} (mg/h.cm ²)				
$T(K)$		298	308	318	328	338
C (mol.L ⁻¹)						
$7,5 \times 10^{-5}$		$6,56405 \times 10^{-5}$	$1,225489 \times 10^{-4}$	$1,58364 \times 10^{-4}$	$2,93471 \times 10^{-4}$	$6,17044 \times 10^{-4}$
10^{-4}		$6,00797 \times 10^{-5}$	$1,15067 \times 10^{-4}$	$1,54548 \times 10^{-4}$	$2,81543 \times 10^{-4}$	$6,0449 \times 10^{-4}$
$2,5 \times 10^{-4}$		$5,00729 \times 10^{-5}$	$7,71314 \times 10^{-5}$	$1,25215 \times 10^{-4}$	$1,87363 \times 10^{-4}$	$5,61298 \times 10^{-4}$
5×10^{-4}		$4,51241 \times 10^{-5}$	$9,34526 \times 10^{-5}$	$1,06257 \times 10^{-4}$	$1,59464 \times 10^{-4}$	$2,64636 \times 10^{-4}$

L'analyse des résultats du tableau **III.2** montre clairement que l'augmentation de la concentration d'inhibiteur conduit à une diminution de la vitesse de corrosion, et la vitesse de corrosion augmente avec la température, cette augmentation de température induit, de fait des changements sur l'action des inhibiteurs.

III.B.2.Effet du temps d’immersion

Le temps d’immersion de l’acier dans le milieu corrosif est un facteur très important et a une incidence directe sur la vitesse de corrosion. Nous avons testé différents temps d’immersion de l’acier à savoir **1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 5 h, 6 h et 24 h** dans l’acide chlorhydrique en présence de différents composés à 308 k. La présence d’ions halogénures dans les milieux acides contenant des inhibiteurs organiques s’est avérée stabiliser l’adsorption des cations organiques, ce qui conduit à une augmentation de l’efficacité d’inhibition.[34]

L’effet synergique des halogénures augmente dans l’ordre suivant : fluorure (F⁻) < chlorure (Cl⁻) < bromure (Br⁻), qui est en accord avec les travaux Pramudita [35]

Tableau III.3 : L’efficacité des différentes inhibiteurs à une température 308 K et une concentration de 5x10⁻⁴ mol.L⁻¹

		EI%						
Composant \ T(h)	1	2	3	4	5	6	24	
	IP-	84,12	84,64	85,12	91,93	94,27	92,50	90,63
IP-F	74,98	76,16	81,08	87,08	93,09	93,01	91,30	
IP-Cl	87,68	89,10	88,37	90,05	93,14	96,09	93,23	
IP-Br	86,70	87,20	88,32	92,03	95,79	96,55	92,51	

Le tableau III.3 montre clairement que l'efficacité augmente avec le temps.

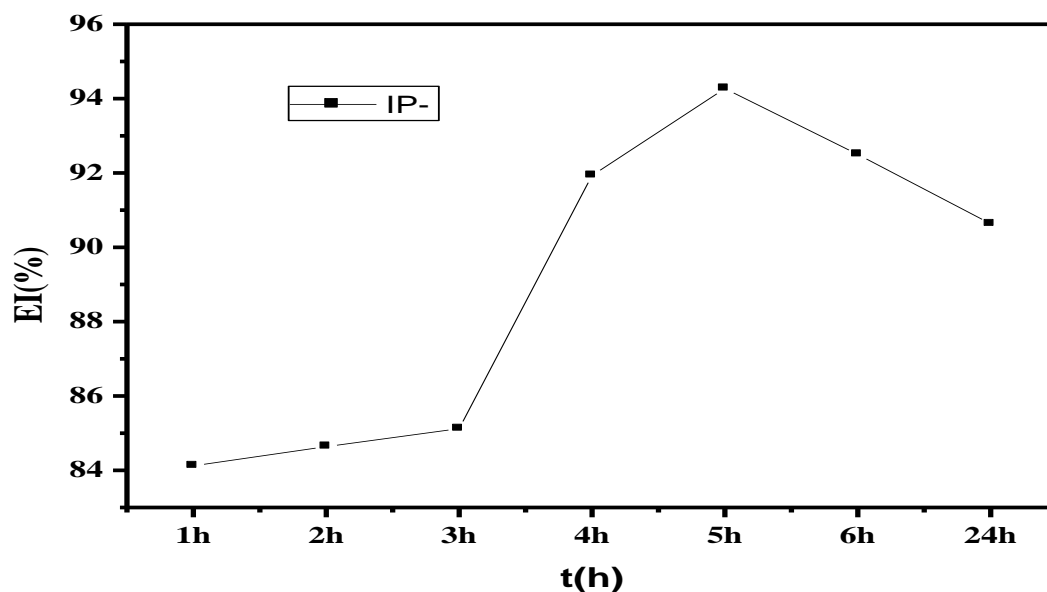


Figure III.1 : Evolution de l'efficacité d'IP- pour différentes temps et à une concentration en inhibiteur de et une température de 318 K.

Les résultats montrent que plus le temps de l'échantillon immergé augmente plus l'efficacité inhibitrice diminue.

L'efficacité est plus élevée en présence des halogénures en comparant avec l'inhibiteur IP- en d'autres termes en absence des halogénures.

L'efficacité augmente car le champ magnétique augmente suite à l'élévation du nombre d'électrons.

La figure III.2 illustre la variation de la perte de masse $\Delta m/s$ en fonction du temps d'immersion pour le HCl à la température de 318 K et la concentration optimale de 5×10^{-4} mol.L⁻¹

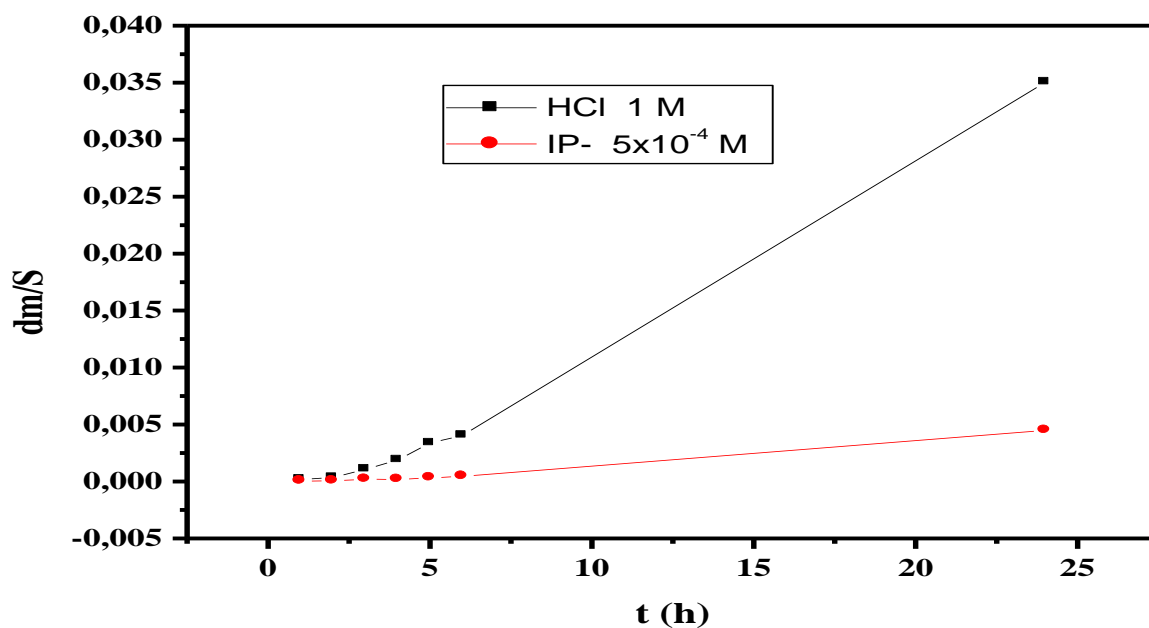


Figure III.2 : Evolution de la perte de masse sur la surface en fonction des temps d'immersion à la concentration optimale et pour l'acide seul à 318 K.

Nous remarquons une augmentation pour la perte de masse avec le temps d'immersion.

En présence d'imidazopyrimidine IP- de concentration $5 \cdot 10^{-4}$ M, la perte de masse diminue en fonction du temps

III.B.3. Calculs des paramètres d'activations thermodynamiques**III.B.3.a. Energie d'activation**

L'énergie d'activation est calculé par l'équation suivante [36]

$$\mathbf{Ln(W) = \frac{-Ea}{RT} + LnA \dots\dots\dots (III.1)}$$

Avec :

Ea: l'énergie d'activation (kJ. mol⁻¹)

T: température (K)

A: constante d'Arrhenius

R = 8,314 J.mol⁻¹.K⁻¹

Afin de calculer l'énergie d'activation, on a tracé le Ln(W) en fonction de l'inverse de la température. La pente résultante a est égale à : -Ea/R, ce qui nous permet de dire que :

$$\mathbf{Ea = -R \times a \dots\dots\dots (III.2)}$$

Comme s'est mentionné dans **la figure III.3**

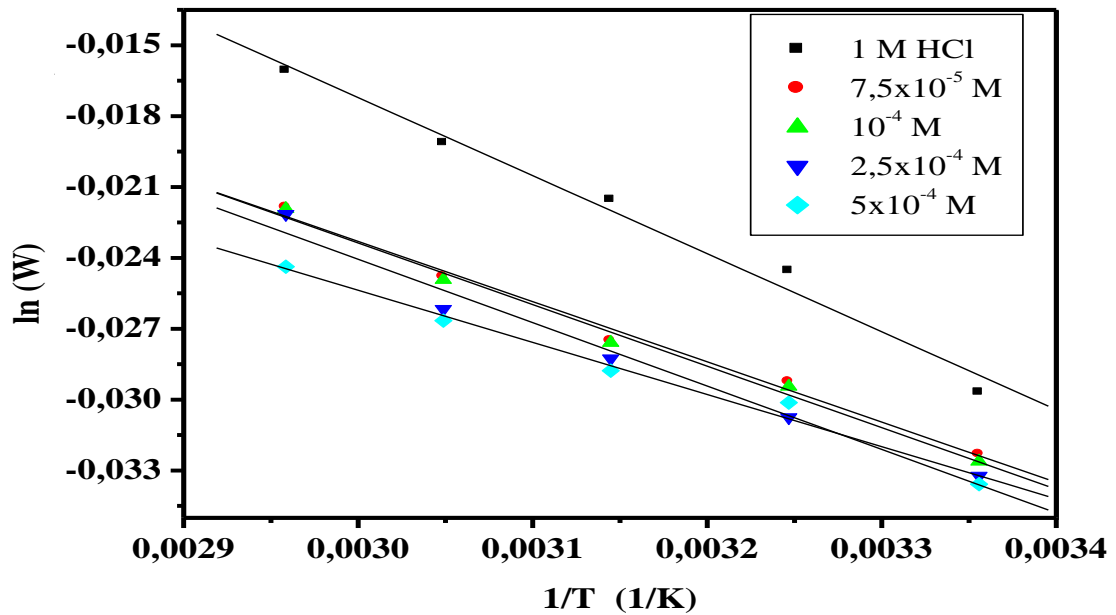


Figure III.3 : Variation du logarithme de la vitesse de corrosion en fonction de l'inverse de la température.

D'après la **figure III.3**, les courbes de $\ln(W)$ en fonction de $(1/T)$ sont linéaires et suivent la loi d'Arrhenius et le coefficient de corrélation a $R^2 = 0,98$.

Le tableau III.4 représente les résultats des énergies d'activations après calcul des pentes pour chaque concentration en inhibiteurs

Tableau III.4 Les énergies d'activation pour différentes concentrations d'imidazopyrimidine

C (mol.L ⁻¹)	R ²	A	E _a (kJ.mol ⁻¹)
HCl : 1	0,94	-7550,21	62,77
7,5x10 ⁻⁵	0,95	-5328,18	44,29
10 ⁻⁴	0,96	-5264,16	43,76
2,5x10 ⁻⁴	0,96	-5142,87	42,75
5x10 ⁻⁴	0,98	-4104,65	34,12

En1965, Radovici a proposé une classification des inhibiteurs basée sur la comparaison des énergies d'activation obtenues en absence et en présence de l'inhibiteur. Il a distingué [37]

$$*/ E_{a\text{ inh}} > E_a$$

L'inhibiteur s'adsorbant sur la surface du métal par des liaisons électrostatiques faibles et sensibles à la température. Ces types de liaisons ne peuvent pas résister contre la corrosion à des températures élevées.

$$*/ E_{a\text{ inh}} < E_a$$

Dans ce cas l'inhibiteur a le pouvoir de résister à l'augmentation de la température. Les molécules d'inhibiteur s'accrochent à la surface de l'acier par des liaisons fortes (aspect chimisorption), les inhibiteurs de cette catégorie sont très efficaces.

$$*/ E_{a inh} = E_a$$

Cette catégorie ne montre pas d'évolution du pouvoir protecteur avec la température. Très peu de composés appartiennent à cette dernière catégorie [38].

La valeur de l'énergie d'activation pour l'acide seul qui égale $62,77 \text{ kJ.mol}^{-1}$ comme le montre le tableau III.4, est supérieure à la valeur d'énergie d'activation en présence d'inhibiteur imidazopyrimidine donc on a une tendance chimisorption sur la surface de l'acier $E_{a int} < E_a$

III.B.3.b. L'enthalpie, l'entropie et l'enthalpie libre

Pour étudier la nature d'adsorption physique ou chimique on utilise l'équation suivante

$$\ln(W / T) = [\ln(R / (Nh) + \Delta S_a / R)] - \Delta H_a / RT \dots \text{(III.3)}$$

Avec :

ΔH_a : L'enthalpie d'activation (kJ.mol^{-1})

ΔS_a : L'entropie d'activation (kJ .mol^{-1})

$h = 6,6261 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

$N_A = 6,02252 \times 10^{23}$

La variation du $\ln (W/T)$ en fonction de l'inverse de la température est une droite **figure III.4**

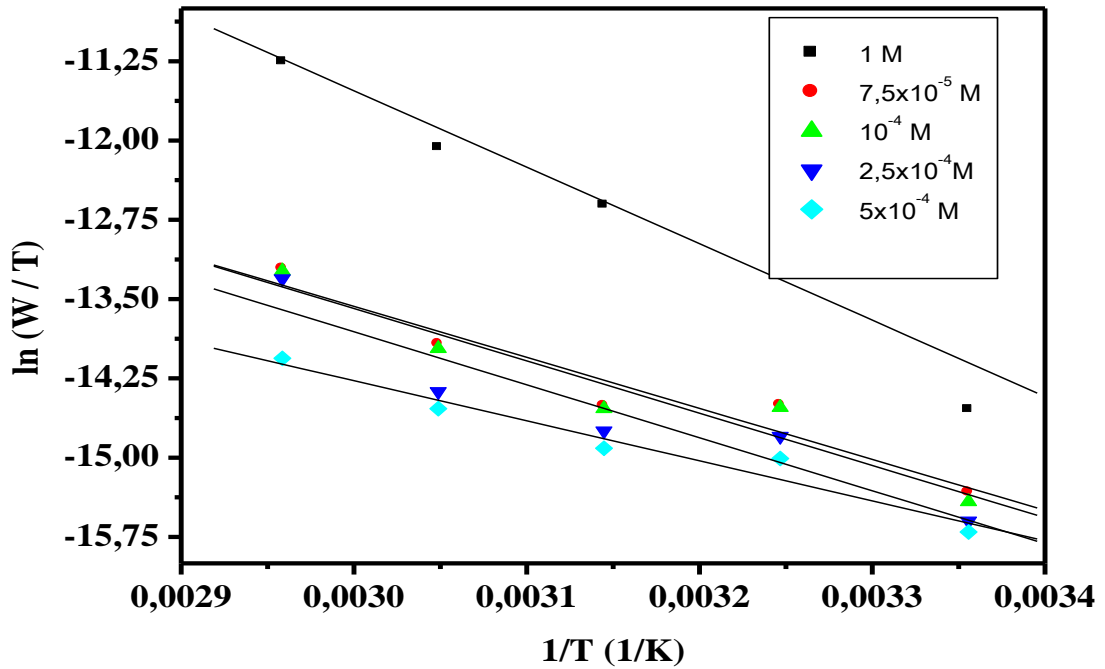


Figure III.4 : La variation du ln (W/T) en fonction de l'inverse de la température absolue.

On a

$$\Delta G_a = \Delta H_a - T \Delta S_a \dots\dots\dots(III.4)$$

Avec :

ΔG_a : l'enthalpie libre d'activation (kJ.mol⁻¹).

A partir de la figure III.4, on observe que la variation de ln (W/T) en fonction de l'inverse de la température est une droite, avec une pente

$$a = \Delta H^\circ a / R \dots \dots \dots (III.5)$$

Et une ordonnée à l'origine $b = \frac{\ln R}{Nh} + \frac{\Delta S^\circ a}{R} \dots \dots \dots (III.6)$

Les valeurs de ΔH_a , ΔS_a et ΔG_a sont décrits dans le **tableau III.5**

Tableau III.5 : Les enthalpies et entropies pour différentes concentrations en imidazopyrimidine.

Les signes positifs des enthalpies (ΔH_a) reflètent la nature endothermique du processus de corrosion de l'acier [39]

C (mol.L ⁻¹)	R ²	A	ΔH_a (kJ.mol ⁻¹)	B	ΔS_a (J.K ⁻¹ .mol ⁻¹)	$\Delta G_{a(318K)}$ (kJ/mol)
HCl : 1	0,95	-7233,15	60,13	10,17	-112,90	94 ,90
7,5x10 ⁻⁵	0,98	-5011,12	41,66	1,22	-187,31	99,35
10 ⁻⁴	0,98	-4947,10	41,11	1,251	-187,05	98,72
2,5x10 ⁻⁴	0,98	-4825,81	40,12	0,90	-189,97	98,63
5x10 ⁻⁴	0,99	-3787,49	31,48	-2,90	-221,56	99,72

Les valeurs positives de ΔG_a indiquent la non-spontanéité du processus [40, 41].

Les valeurs de ΔS_a sont négatives, reflétant une diminution du désordre qui intervient lors de la formation du complexe métal / espèces adsorbées [42].

III.B.4. Isotherme d'adsorption

L'inhibition de la corrosion des métaux par les composés organiques est expliquée par leur adsorption. Cette dernière est décrite par deux principaux types d'adsorption, à savoir, l'adsorption physique et la chimisorption. Elle dépend de la charge du métal, de sa nature, de la structure chimique du produit organique et du type d'électrolyte.

L'isotherme d'adsorption est représenté

a) Langmuir

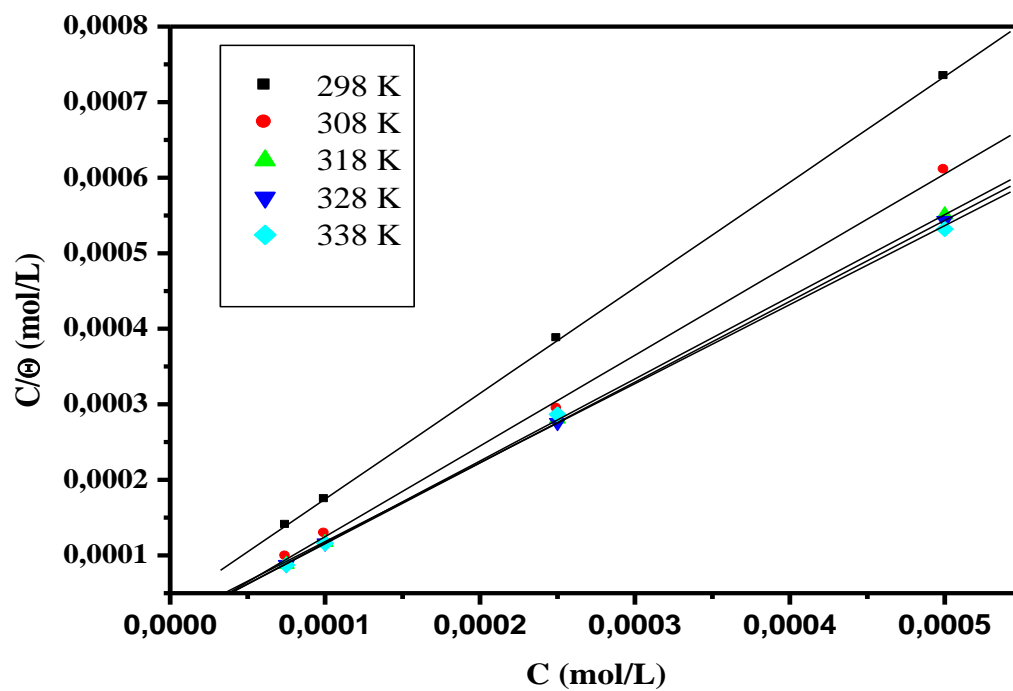


Figure III.5: Isotherme d'adsorption de Langmuir de l'acier dans HCl 1 M

en présence de imidazopyrimidine à différentes températures.

b) Temkin

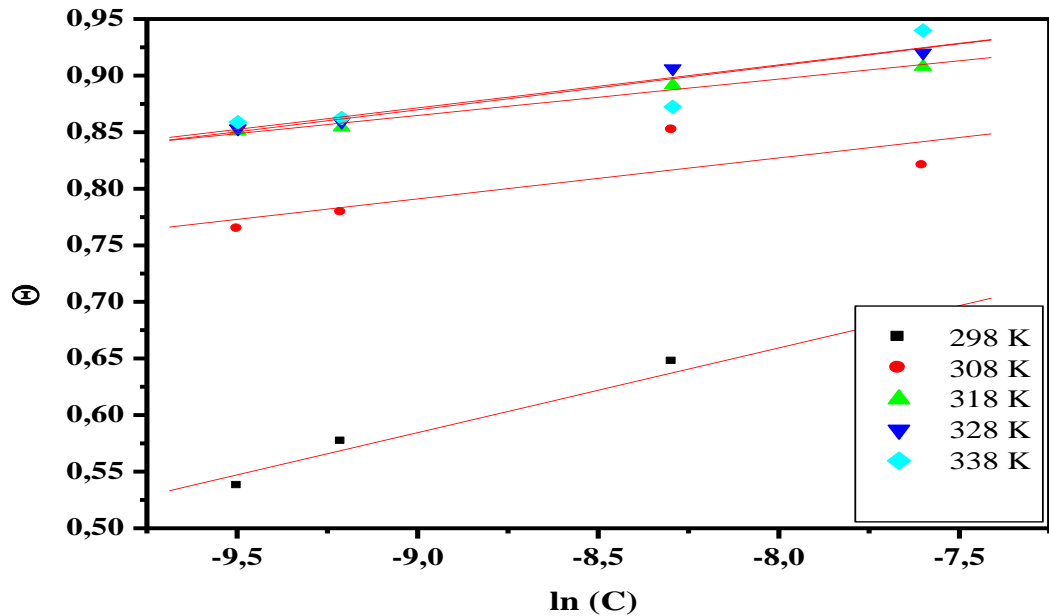


Figure III.6 : Isotherme d'adsorption de Temkin de l'acier dans HCl 1 M

en présence de imidazopyrimidine à différentes températures.

Les courbes C_{inh}/θ en fonction de C_{inh} sont linéaires aux différentes températures avec un coefficient de corrélation égal à 0,99 **figure III.5**.

Les courbes θ en fonction de $\ln(C)$ sont linéaires avec degrés de corrélations variés [0,78-0,99] en fonction de températures [298-338].

L'adsorption du imidazopyrimidine sur la surface de l'acier en milieu chlorhydrique obéit à l'isotherme d'adsorption de Langmuir, et ceci pour toutes les températures étudiées.

Les valeurs des énergies d'adsorption ΔG_{ads} , ΔH_{ads} , et ΔS_{ads} sont regroupées dans le **tableau III.6** et sont déduites de la figure III.5

Tableau III.6 : Énergies d'adsorption

T(K)	R^2	$K_{ads}(L.mol^{-1})$	$\Delta H_{ads}^{\circ}(kJ.mol^{-1})$	$\Delta S_{ads}^{\circ}(J.mol^{-1}K^{-1})$	$\Delta G_{ads}^{\circ}(kJ.mol^{-1})$
298	0,99	28748,27	-28,22	24,01	-35,38
308	0,99	28748,27		27,09	-36,57
318	0,99	128147,95		42,40	-41,71
328	0,99	117822,26		44,40	-42,79
338	0,99	73823,62		43,06	-42,78

Les résultats obtenus du **tableau III.6**

- $\Delta H_{ads} < 0$ reflète la nature exothermique de l'adsorption d'imidazopyrimidine sur la surface de l'acier dans la solution d'acide chlorhydrique
- Les valeurs négatives de ΔG_{ads} indiquent la spontanéité du processus d'adsorption de l'inhibiteur sur la surface métallique [4, 41]
- Généralement, les valeurs de ΔG_{ads} voisines de -40 kJmol^{-1} impliquent un transfert de charge entre les molécules organiques et la surface métallique, cela indique que le mode d'adsorption est de type chimique Chimisorption alors que celles proches de -20 kJ.mol^{-1} ou moins négatives, sont liées à des interactions électrostatiques entre les

molécules chargées et le métal chargé cela indique que le mode d'adsorption est de type physique physisorption .

- Les valeurs de ΔG calculées, sont voisines de -41 kJ.mol^{-1} . Ce qui indique que l'adsorption d'imidazopyrimidine sur la surface de l'acier au carbone est de type chimique à différentes températures. Le signe négatif de l'entropie tableau III.6 montre que le processus d'adsorption est accompagné par la diminution de cette dernière.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'efficacité inhibitrice d'imidazopyrimidine en milieu acide chlorhydrique 1 M. L'influence de concentration, du temps d'immersion et de la température sur les processus par la méthode de perte de masse de corrosion en présence et en absence de l'inhibiteur a été étudié.

- La vitesse diminue et l'efficacité d'inhibition augmente avec la quantité en d'inhibiteur l'imidazopyrimidine
- L'effet de la température dans le milieu fait augmenter l'efficacité d'imidazopyrimidine qui implique l'accroissement de la vitesse de corrosion.
- l'efficacité de l'inhibiteur augmente avec le temps d'immersion
- L'efficacité maximale est de 93,98 %. à 65 °C, pour une concentration de 5×10^{-4} M en imidazopyrimidine
- En présence des halogénures, l'efficacité augmente dans l'ordre suivant : $F^- < Cl^- < Br^-$
- L'inhibiteur imidazopyrimidine est adsorbé à la surface du métal et suit l'isotherme de Langmuir.
- L'adsorption est exothermique et spontané.
- Les résultats d'énergie d'activation et d'adsorption montrent que l'adsorption totalement chimique.

Références

- [1] J.J. Arrebola Bernet, Etude de structures en aluminium exposées en extérieur en lien avec le Musée de l'Histoire du fer, Universitat Politècnica de Catalunya,(2015).
- [2] E. Bardal, Corrosion and protection, Springer Science & Business Media,(2007).
- [3] A. Benchadli, T. Attar and E. Choukchou-Braham, Journal of Advanced Research in Science and Technology, 5 (2018) 834.
- [4] T. Attar, L. Larabi and Y. Harek, Adsorption, 323 (2014) 1.22182.
- [5] R. Habchi, "La synthèse d'un dérivé d'aniline et l'étude de son efficacité inhibitrice sur corrosion d'X42 dans l'eau d'Albien", mémoire,(2019).
- [6] M. Yasri, Capteur de corrosion passif et sans contact, Brest, (2016).
- [7] T. Attar, L. Larabi and Y. Harek, Advances in Chemistry, 2014 (2014) 1.
- [8] C. ZENASNI, ETUDE DE L'INHIBITION DE LA CORROSION DE L'ACIER DOUX PAR DES COPOLYMERES A BASE DU POLY (4-VINYLPYRIDINE),(2004).
- [9] H. Abderrahmane and D.M. SAIDI Mokhtar, 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%.
- [10] K. Ahlam, Etude de l'influence des paramètres opératoires sur l'efficacité inhibitrice de l'extrait brut de Punica Granatum vis-à-vis de la corrosion du cupronickel 90/10 en solution de NaCl 3%, 2014.
- [11] A. Khenadeki, Etude théorique et expérimentale de l'effet d'inhibition de la corrosion d'un acier au carbone par les dérivées de base de Schiff en milieu acide chlorhydrique, 2013.
- [12] A. BENSABAHA, Etude d'inhibition de la corrosion du fer en milieu acide par l'extrait de periploca, Université de Ghardaïa,2020.
- [13] H.F. DIDI Adnane, Etude de Corrosion Bactérienne champ Hassi Messaoude.
- [14] S. Bouakkaz, R. Zerdoumi, K. Oulmi, D. Mellahi and G.M. Andreadis, Portugaliae Electrochimica Acta, 35 (2017) 211.
- [15] D.A. Awizar, N.K. Othman, A. Jalar, A.R. Daud, I.A. Rahman and N. Al-Hardan, International Journal of Electrochemical Science, 8 (2013) 1759.
- [16] B. Hadjer, L'étude de l'inhibition de la corrosion d'acier X42 dans un milieu aqueux d'eau d'Albien, Université Mohamed Khider de Biskra,(2020).
- [17] M. Faustin, Étude de l'effet des alcaloïdes sur la corrosion de l'acier C38 en milieu acide chlorhydrique 1M: application à Aspidosperma album et Geissospermum laeve (Apocynacées), Antilles-Guyane, (2013).
- [18] H. Hamani, Synthèse, caractérisation et étude du pouvoir inhibiteur de nouvelles molécules bases de sch, (2018).
- [19] S. LACHACHI, ETUDE DE L'EFFICACITE INHIBITRICE DE CORROSION DANS L'ACIDE SULFIRIQUE PAR LA POVIDONE IODEE, (19-04-2021).
- [20] F. BELDJILALI, Essais sur l'inhibition de corrosion de l'acier xc 38 en milieu acide HClO₄-1M,(2006).
- [21] M. Bouklah, B. Hammouti, A. Aouniti and T. Benhadda, Progress in organic coatings, 49 (2004) 225.
- [22] O. Hamdaoui and E. Naffrechoux, Journal of hazardous materials, 147 (2007) 381.
- [23] H. Elbakouri, Etude de l'inhibition de la corrosion de l'acier doux au carbone en milieu acide orthophosphorique par un antibiotique organique, thèse de doctorat, université de Maroc, (2000).
- [24] M. BENARIOUA, Etude de l'Inhibition de la Corrosion d'un Acier Doux en Milieu Acide par l'Emploi d'Inhibiteurs à Base de Plantes, Université de Batna 2, (2019).
- [25] N. Khadidja and M. Samira, (2017).
- [26] W. Li, Q. He, C. Pei and B. Hou, Electrochimica Acta, 52 (2007) 6386.
- [27] C. Verma, M. Quraishi, E. Ebenso, I. Obot and A. El Assyry, Journal of Molecular Liquids, 219 (2016) 647.
- [28] M. Vinutha and T. Venkatesha, Portugaliae Electrochimica Acta, 34 (2016) 157.

- [29] V.S. Dinakaran, B. Bomma and K.K. Srinivasan, *Der Pharma Chemica*, 4 (2012) 255.
- [30] L. Wu, F. Yan and C. Yang, *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 24 (2010).
- [31] N. Hossain, J. Rozenski, E. De Clercq and P. Herdewijn, *The Journal of organic chemistry*, 62 (1997) 2442.
- [32] M. Mantipally, M.R. Gangireddy, R. Gundla, V.N. Badavath, S.R. Mandha and V.C. Maddipati, *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 29 (2019) 2248.
- [33] F. ABDELLI and H. ABDELLI, *Méthodes d'évaluation de la corrosion Analyse chronologique*.
- [34] U. Eduok, S. Umoren and A. Udoh, *Arabian Journal of Chemistry*, 5 (2012) 325.
- [35] M. Pramudita, S. Sukirno and M. Nasikin, *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 14 (2019) 697.
- [36] I. ICHCHOU, (2011).
- [37] A. Fiala, *Etude de l'inhibition de la corrosion de l'acier en milieu acide par des composés de type dithioacétal de cetène*, Université Frères Mentouri de Constantine, (2018).
- [38] A. Benchadli, T. Attar and E. Choukchou-Braham, *Physical Chemistry Research*, 7 (2019) 837.
- [39] S. Abd El Rehim, M.A. Ibrahim and K. Khalid, *Materials Chemistry and Physics*, 70 (2001) 268.
- [40] F.M. Donahue and K. Nobe, *Journal of the Electrochemical Society*, 112 (1965) 886.
- [41] T. Attar, L. Larabi and Y. Harek, *Der Pharma Chemica*, 6 (2014) 181.
- [42] G. Banerjee and S. Malhotra, *Corrosion*, 48 (1992) 10.