

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des Sciences appliquées
Département de Génie des Procédés



PRESENTE DANS LE CADRE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER ACADEMIQUE
Domaine Sciences et Technique
Filière Génie des Procédés
Spécialité Génie de raffinage

Présenté Par :

- MAROUF Seddik
- LAKEHAL Faouzi

Thème

**Etude de l'inhibition de la corrosion d'un acier
au carbone par 1.2diaminophenyl
et 1.2diaminopropane**

Soutenue publiquement le : 26 /06/2018

Devant le jury composé de :

M ^{er}	Babba Ahmed abd alhafide	Pr	Présidente	UKM Ouargla
M ^{er}	Sibouker Hicham	MC(C)	Examinatrice	UKM Ouargla
M ^{me}	Z. GHIABA	MC(A)	Rapporteur	UKM Ouargla
M ^{er}	A.TABCHOUCHE	MA(A)	Co-Encadreur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2017 /2018

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout notre ALLAH, le très miséricordieux, qui grâce à lui nous sommes arrivés à ce stade.

Je remercie beaucoup Mme Ghiaba .Z et M^{er}: Tabchouch .A qui a dirigé mes travaux avec beaucoup d'attention et dont les enseignements et les orientations nous ont toujours été précieux et enrichissants.

Nos vifs remerciements s'adressent à M^{er}:babba ahmed abd alhafide et M^{er}:sibouker hichame qui ont accepté d'examiner notre travail.

Nous voudrions exprimer à cette occasion toute notre gratitude aux enseignants du département génie des procédés et du département sciences de matière d'Ouargla pour leurs apports scientifiques.

A tous ces gens MERCI



Dédicace

*Tant de fois avais-je pensé à vous offrir quelques choses
en signe de reconnaissance pour tout ce que vous avez
consenti rien que*

pour me voir réussir, cette fois c'est l'occasion :

*A ma mère et mon père chéris que
je dédie ce travail.*

Mes frères, mes sœurs et toute ma famille.

Tous mes amis et tous qui m'ont aidé de près ou de loin.

MAROUF Seddik





Dédicace

*Tant de fois avais-je pensé à vous offrir quelques choses
en signe de reconnaissance pour tout ce que vous avez
consenti rien que*

pour me voir réussir, cette fois c'est l'occasion :

*A ma mère et mon père chéris que
je dédie ce travail.*

Mes frères, mes sœurs et toute ma famille.

Tous mes amis et tous qui m'ont aidé de près ou de loin.

LAKEHAL Faouzi



Sommaire

Remerciement	-
Dédicaces	-
Résumé	-
Sommaire	-
Liste des Tableaux	-
Liste des figure	-
Introduction	1
Partie I:	
Synthèse bibliographique	
Chapitre I	
Généralité sur la corrosion	
I.1. Définition de la corrosion:	3
I.2. Types de corrosion:	3
I.2.1. Corrosion chimique:	3
I..2.2. Corrosion biochimique:	3
I.2.3. Corrosion électrochimique:	3
I.3 Les différentes formes de corrosion:	4
I.3.1 la corrosion uniforme:	4
I.3.2 la corrosion galvanique:	4
I.3.3 la corrosion caverneuse:	4
I.3.4 la corrosion par piqûres:	5
I.3.5 la corrosion inter granulaire:	5
I.3.6 la corrosion sélective:	6
I.3.7 la corrosion érosion:	6
I.3.8 la corrosion sous contrainte:	6
I.3.9 la corrosion par frottement:	7
I.4. Mécanismes de corrosion électrochimique:	7
I.5. Facteurs de corrosion:	8
I.6. Importance de la corrosion:	8
I.7.Méthodes de protection contre la corrosion	9
I.7.1. les méthodes passives	9
I.7.2.les méthodes actives	9

I.7.3.les méthodes chimique	9
Chapitre II	
Lutte contre la corrosion par l'utilisation d'inhibiteur	
II.1. Introduction:	10
II.2. Définition:	10
II.3.Propriétés des inhibiteurs:	10
II.3. Les classes d'inhibiteurs:	10
II.4. Structure d'inhibiteurs:	11
II.5. Efficacité d'un inhibiteur:	11
II.6. Domaines d'utilisations:	12
II.6. Nature des molécules de l'inhibiteur:	12
II.6.1.Les inhibiteurs organiques:	12
II.6.2.Les inhibiteurs minéraux :	12
II.7.Mode d'action d'un inhibiteur:	13
Chapitre III	
Techniques et matériels utilisées	
III.1.Méthode pondérale (méthode de la perte de poids)	14
III.1.1.Avantage de la méthode pondérale :	15
III.1.2. Inconvénients de la méthode pondérale :	15
Observations :	15
Partie II	
Expérimentation	
Chapitre I:	
Synthèse expérimentale	
I.1.Inhibiteurs :	16
I.2.Propriétés des inhibiteurs:	16
I.3.Produits et matériaux	17
I.3.1. Préparation de l'échantillon de l'acier	17
I.3.2.Produits chimiques utilises:	17
I.3.3.Préparation des solutions utilisées	18
I.3.4.Les matériaux	20
I.4.Mode opératoire	20
I.4.1. Préparation des surfaces	20
I.4.1.1.Polissage	20
I.4.2.Mesure de la masse:	21

I.4.3. Mesure de la surface:	21
I.4.4.Préparation des solutions avec inhibiteur:	23
Chapitre II:	
Résultats et discussions	
I.1.Méthode pondérale (méthode de la perte de poids) :	25
I.2.Etape (01) sans inhibiteur:	25
I.3.Influence de la température	35
Etape (02) avec inhibiteur	37
Conclusion générale	47
Références Bibliographie	-
Annexe	-

Liste des figures

Figure	Titre	Page
	Partie I	
I-1	corrosion uniforme	4
I-2	corrosion galvanique	4
I-3	corrosion caverneuse	5
I-4	corrosion par piqures	5
I-5	corrosion inter granulaire	5
I-6	corrosion sélective	6
I-7	corrosion érosion	6
I-8	corrosion sous contrainte	6
I-9	corrosion par frottement	7
I-10	Facteurs de corrosion.	8
II-1	Classement des inhibiteurs de corrosion.	11
III-1	Dispositif Expérimental de la technique de masse perdue	14
	Partie II	
I-1	inhibiteur de corrosion à base d'amines 1,2diaminophenyl	16
I-2	inhibiteur de corrosion à base d'amines 1,2diaminopropane	16
I-3	Echantillon de l'acier (X70).	17
I-4	solution corrosive utilisées	19
I-5	l'opération de polissage	21
I-6	Balance analytique.	21
I-7	Dimensions de l'acier	22
I-8	expliquer le pied capillaire	22
I-9	le 1er montage d'expérience (échantillon dans la solution sans inhibiteur)	22
I-10	le 2em montage d'expérience (l'acier après l'immersion dans la solution avec inhibiteur)	24
II-1	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C	25

II-2	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0,5M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C	26
II-3	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T =20°C	26
II-4	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T =20°C	27
II-5	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0,5M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C	27
II-6	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C	27
II-7	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C	29
II-8	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0,5M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C	29
II-9	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C	29
II-10	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C	30
II-11	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0,5M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C	31
II-12	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C	31
II-13	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T = 30°C	31
II-14	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0.5M) en absence d'inhibiteur à T = 30°C	31
II-15	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 30°C	33
II-16	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T =30°C	33
II-17	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0,5M) en absence d'inhibiteur à T = 30°C	34

II-18	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 30°C	34
II-19	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T =20°C , T =25°C et T =30°C	35
II-20	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C, T = 20°C et T = 30°C	35
II-21	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0,5M) en absence d'inhibiteur à T =20°C, T =25°C et T =30°C	36
II-22	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) avec d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à T = Tambient	37
II-23	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) avec d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à T = Tambient	38
II-24	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0.5 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à T = Tambient	39
II-25	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0.5 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à T = Tambient	39
II-26	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à T = Tambient	40
II-27	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à T = Tambient	41
II-28	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminopropane) à T = (Tambient).	42
II-29	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminopropane) à T = (Tambient).	43

II-30	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0.5 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminopropane) à T = T _{ambient}	44
II-31	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H ₂ SO ₄ (0.5 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminopropane) à T = T _{ambient}	44
II-32	évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminopropane) à T = T _{ambient}	45
II-33	évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO ₃ (1 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminopropane) à T = T _{ambient}	46

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
	Partie II	
II-1	Propriétés physique-chimique d'inhibiteur	16
II-2	Propriétés physique-chimique d'inhibiteur.	17
II-3	La composition chimique de l'acier (X70).	17
II-4	Les produits chimiques utilisés et leurs propriétés physicochimiques.	18
II-5	les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1 M), H ₂ SO ₄ (0,5M) et HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 20°C)	25
II-6	les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1M), H ₂ SO ₄ (0,5M) et HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 20°C).	26
II-7	les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1 M), H ₂ SO ₄ (0,5M) et HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 25°C).	28
II-8	les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1M), H ₂ SO ₄ (0,5M) et HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 25°C).	30
II-9	les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1 M), H ₂ SO ₄ (0,5M) et HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 30°C)	32
II-10	les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1M), H ₂ SO ₄ (0,5M) et HNO ₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 30°C).	33
II-11	les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1 M) en présence d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à (T = Tambient).	37
II-12	les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide	38

	H2SO4 (0.5 M) en présent d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à (T = Tambient).	
II-13	les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HNO3 (1 M) avec d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à (T = Tambient).	40
II-14	les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1 M) en présent d'inhibiteur (1,2diaminopropane) à (T = Tambient).	42
II-15	les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide H2SO4(0.5 M) en présent d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) à (T = Tambient).	43
II-16	les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HNO3(1 M) en présent d'inhibiteur (1,2diaminopropane) à (T = Tambient).	45

Résumé

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'effet inhibiteur de deux acides aminés (1,2diaminophenyl et 1,2 diaminopropane) sur la corrosion d'un acier au carbone X70 dans les milieux acide (H_2SO_4 (0,5M), HCl (1M), HNO_3 (1M)) Ces deux inhibiteurs ont été étudiés à différentes concentrations (1,5,10,20,30,40,50,60,70,80,90,100ppm).

Les résultats obtenus, par la technique de perte de poids et vitesse de corrosion, montrent un effet protecteur intéressant de ces produits inhibiteurs.

Les meilleurs résultats lorsque l'inhibiteur de (1.2 diaminophényl) est faible par rapport à (1.2diaminopropane).

Mots clés : inhibiteur, corrosion, acier au carbone, milieu acide

ملخص

في هذا العمل نحن مهتمون بدراسة تأثير مثبطين من الجذور الأمينية (ديامينو فينيل و ديامينو بروبان) ضد تآكل الكربون الصلب (X70) في أوساط حامضية. (H_2SO_4 (0.5M), HCl (1M), HNO_3 (1M)) تمت دراسة المثبطين عند تراكيز مختلفة (1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ج م م) النتائج التي تم الحصول عليها بواسطة تقنية فقدان الكتلة و سرعة التآكل أظهرت تأثير مقاوم مهم لهذه المواد المثبطة تكون أفضل النتائج عند HCl (1M) بتراكيز منخفضة مقارنة بالوسط الحامضي (H_2SO_4 (0.5M) و HNO_3 (1M)).

الكلمات المفتاحية: مثبطة, تآكل, الكربون الصلب, وسط حمضي

***Introduction
générale***

Introduction générale:

Le problème de corrosion a pris de nos jours une importance considérable parce que la corrosion est un phénomène universellement connu qui entraîne chaque année des pertes matérielles considérables, directes et indirectes, Plus grave encore, la corrosion peut causer des dommages irréversibles à l'environnement, étant donnée l'utilisation des métaux et la présence quasi universelle de l'eau dans la terre.

La corrosion aqueuse affecte pratiquement tous les domaines de l'activité humaine a partir du bâtiment jusqu'à l'installation et appareils; et en particulier les installations pétrolières et les matériels en contact avec l'eau de mer.

L'importance économique de la corrosion des métaux n'est plus à démontrer. On estime que la corrosion détruit un quart de la production annuelle mondiale d'acier, ce qui représente environ 150 millions de tonnes par an. Elle touché Presque tous les domaines de l'économie.

Les méthodes de prévention contre la corrosion sont variées. Le choix d'une méthode appropriée doit vérifier non seulement les exigences technologiques on utilise .Ce travail est l'étude la corrosion de l'acier (X70) par l'utilisation d'inhibiteur de corrosion.

Notre travail présente l'étude de l'efficacité inhibitrice de corrosion de l'acier carboné X70 dans milieux H_2SO_4 0.5M, HNO_3 1M , HCl 1M en utilisant 1,2 diaminophenyl et 1,2 diaminopropane, Cette étude a été faite par et méthode de perte de masse au niveau de laboratoire. [1]

Le travail que nous présentons dans ce mémoire est subdivisé en deux chapitres principaux et une conclusion générale, le premier chapitre, concerne une synthèse bibliographique, composée de trois Partie contenant respectivement :

Partie I « généralité sur la corrosion » consiste à la bibliographie de la corrosion, les facteurs provoquant de la corrosion et ces différentes formes, et les type de corrosion, Importance de la corrosion. Partie II « Les inhibitions de corrosion » on parle dans cette partie sur les méthodes de protection contre la corrosion et le mode d'action. Partie III « Techniques et matériels utilisées» on fait dans ce partie généralités sur Les méthodes d'évaluation de la corrosion.

La deuxième chapitre : Synthèse expérimentale est subdivisé en deux partie I« Procédés expérimentaux » ce partie résumé tous les appareils, les produits chimiques (acides, solvants, ...), les inhibiteurs et tous les conditions qui nous avons utilisée dans ce travail, partie II : « Résultats expérimentaux et discussion » ce partie résume ce travail, et en globe tous les résultats obtenus, calculées, et leurs explications, et nous avons terminé ce chapitre

par des résultats généraux. A la fin de ce travail une conclusion générale qui résume les résultats les plus important obtenus dans ce travail

***Partie I:
Synthèse
bibliographique***

***Chapitre I:
Généralité sur la
corrosion***

La corrosion est un grand problème mondiale touche tous les secteurs sur tous dans l'industrie pétrolière, dans ce chapitre on peut présenter quelques notions principaux sur la corrosion, ces types, ces formes et les facteurs qui dues de cette problèmes.

I.1. Définition de la corrosion:

Le terme "corrosion" du latin corroder, signifie ronger, attaquer.

La corrosion est définie comme étant l'interaction physico-chimique entre un métal et son milieu environnant entraînant des modifications dans les propriétés du métal et souvent une dégradation fonctionnelle du métal lui même.

Une autre définition, considère que ce phénomène n'est autre que le retour des métaux et alliage à leurs états naturels de minerais. En tous cas quelle que soit la définition adoptée, la corrosion est une dégradation. Selon le milieu, la corrosion est dite sèche quand elle apparaît dans les environnements gazeux et humide, lorsqu'elle a lieu dans les électrolytes liquides.

La corrosion est un matériau ou des dommages à l'une de leurs propriétés physiques ou de réaction chimique par aucun produit chimique ou réversible Un matériau électrochimique avec le milieu environnant dans lequel il est en contact direct avec eux, si cela était le milieu environnant est de l'air atmosphérique ou un autre environnement chimique normal.[1]

I.2. Types de corrosion:

La corrosion peut se développer suivant différents processus qui caractérisent chacun un type de corrosion.

I.2.1. Corrosion chimique:

Il s'agit d'une réaction purement chimique entre la surface d'un matériau et un gaz ou un liquide non électrolyte. Par exemple, l'oxydation de l'acier ordinaire à haute température par l'oxygène de l'air est une corrosion chimique.

I.2.2. Corrosion biochimique:

C'est l'attaque bactérienne des matériaux métalliques, en particulier dans les canalisations enterrées et les réservoirs. En effet, le métabolisme du développement de certaines bactéries provoque la formation d'acide sulfurique qui attaque le métal.

I.2.3. Corrosion électrochimique:

C'est une réaction électrochimique entre la surface d'un matériau et un liquide électrolyte. Cette réaction est accompagnée de la formation de piles qui sont le siège de circulation de courant électrique. Ce type constitue 96% de cas de corrosion. [2]

I.3 Les différentes formes de corrosion:

FONTANA propose une classification de corrosion en neuf catégories

I.3.1 la corrosion uniforme:

C'est une perte de matière plus ou moins régulière toute la surface. On trouve cette attaque notamment sur les métaux exposés aux milieux acides.



Figure(I.1): la corrosion uniforme

I.3.2 la corrosion galvanique:

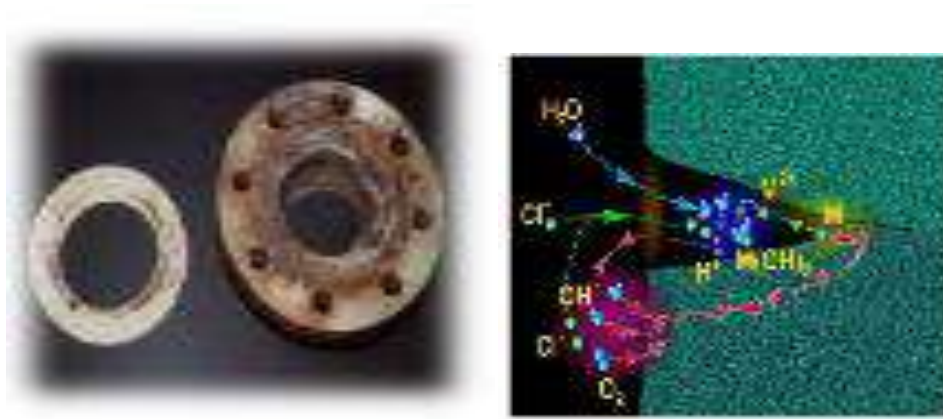
Appelée aussi corrosion bimétallique, est due la formation d'une pile électrochimique entre deux métaux. La dégradation du métal le moins résistant s'intensifie.



Figure(I.2): la corrosion galvanique

I.3.3 la corrosion caverneuse:

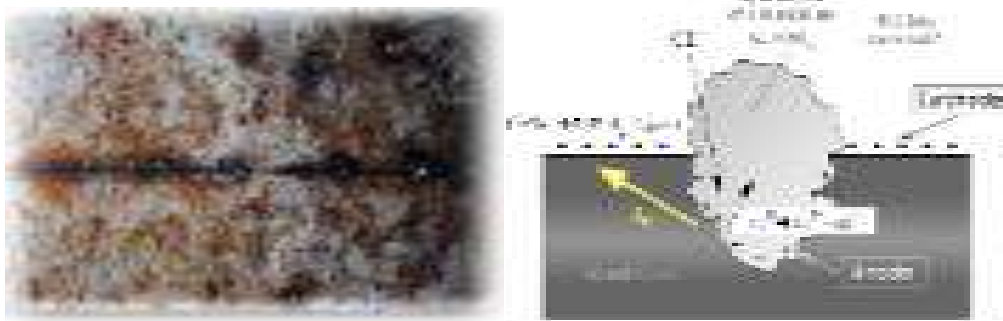
Est due à une différence d'accessibilité de l'oxygène entre deux parties d'une structure, créant ainsi une pile électrochimique. On observe une attaque sélective du métal dans les fentes et autres endroits peu accessibles à l'oxygène.



Figure(I.3): la corrosion cavernueuse

I.3.4 la corrosion par piqures:

Est produite par certains anions. Notamment le chlorure, sur les métaux protégés par un film d'oxyde mince. Elle enduit typiquement les cavités de quelques dizaines de micromètre de diamètre.



Figure(I.4): la corrosion par piqures

I.3.5 la corrosion inter granulaire:

Est une attaque sélective aux joints de grains. Souvent, il s'agit de phases qui ont précipité lors d'un traitement thermique.



Figure(I.5): la corrosion inter granulaire

I.3.6 la corrosion sélective:

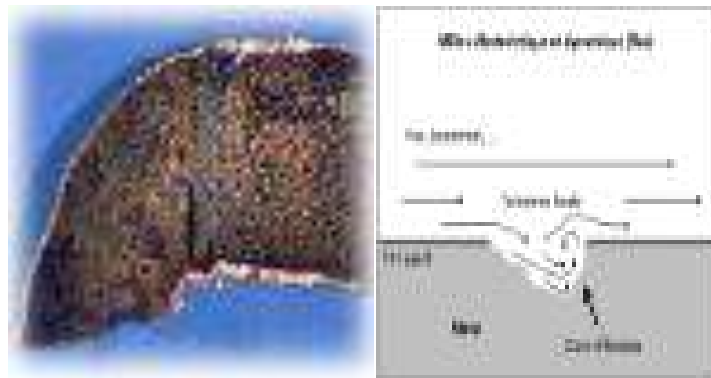
Est l'oxydation d'un composant de l'alliage, conduisant à la formation d'une structure métallique poreuse.



Figure(I.6): la corrosion sélective

I.3.7 la corrosion érosion:

Est due à l'action conjointe d'une réaction électrochimique et d'un enlèvement mécanique de matière. Elle a souvent lieu sur des métaux exposés à l'écoulement rapide d'un fluide.



Figure(I.7): la corrosion érosion

I.3.8 la corrosion sous contrainte:

Est une fissuration du métal, qui résulte de l'action commune d'une contrainte mécanique et d'une réaction électrochimique. [3]



Figure(I.8): la corrosion sous contrainte

I.3.9 la corrosion par frottement:

C'est la détérioration qui se produit à l'interface entre des surfaces en contact, suite à la conjugaison de la corrosion et d'un faible glissement réciproque des deux surfaces. [1]



Figure(I.9): la corrosion par frottement

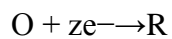
I.4. Mécanismes de corrosion électrochimique:

Bien que les formes de corrosion citées ci-dessus soient diverses, les mécanismes de base de la corrosion d'un matériau métallique en milieu aqueux ont la même origine qui est de nature électrochimique. Ces mécanismes résultent d'un ensemble de réactions qui se produisent à l'interface métal - solution et qui mettent en jeu des électrons et des espèces chimiques. Ces réactions électrochimiques peuvent être décrites de la façon simplifiée suivante: [3]

- Réaction anodique de dissolution du métal (M)



- Réaction cathodique de réduction de l'agent corrosif (O)



I.5. Facteurs de corrosion:

Certains facteurs dus à la corrosion des métaux, ils peuvent être classés en quatre groupes principaux .[5]

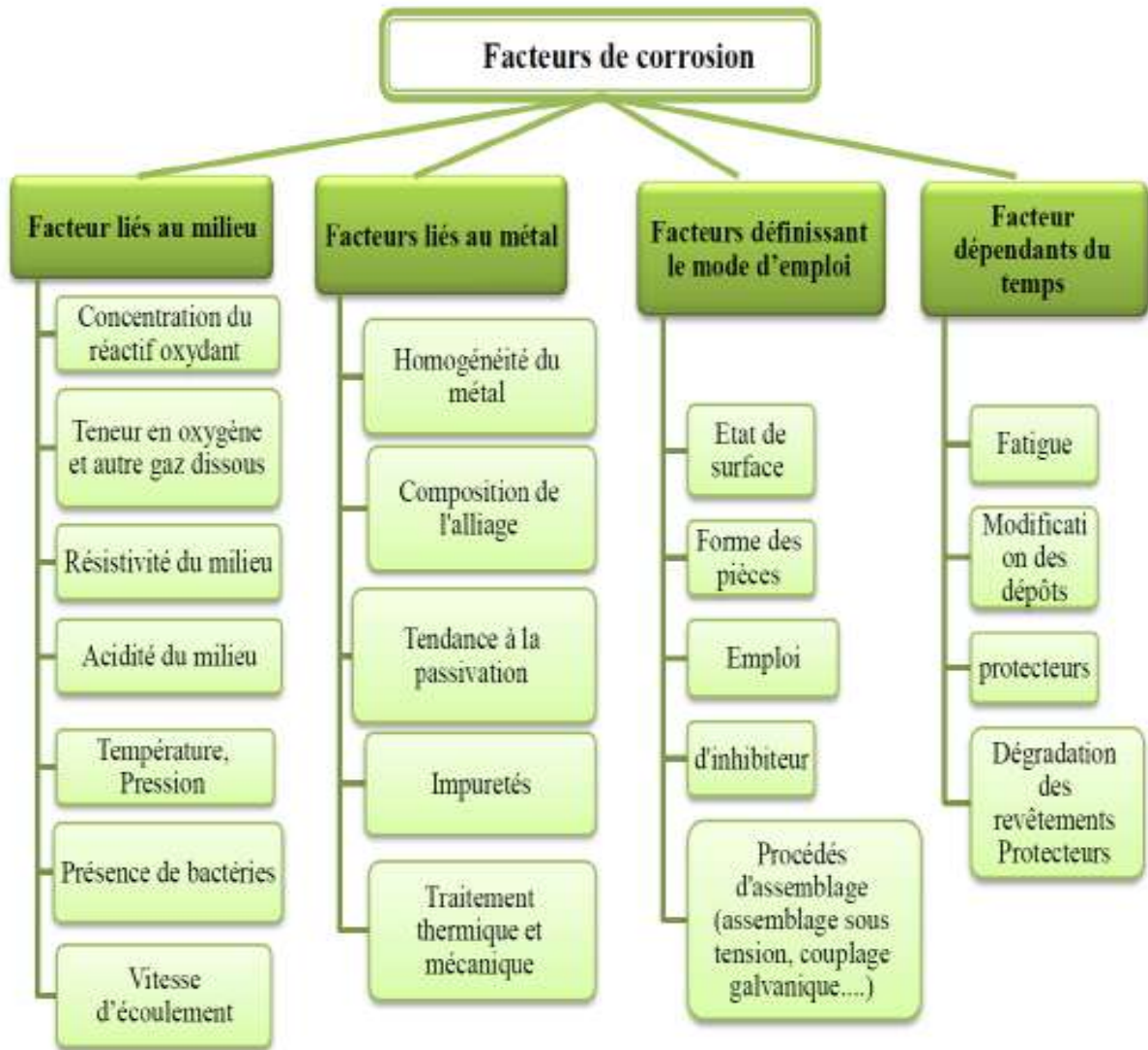


Figure (I-10): Facteurs de corrosion.

I.6.Méthodes de protection contre la corrosion

La lutte contre la corrosion est considérée par plusieurs méthodes de protection[8],on peut décomposer ces méthodes en trois catégories: [9].

I.6.1. les méthodes passives

Ces revêtements isolent le matériau de l'électrolyte ils nécessitent toute une préparation de la surface du métal de base de façon à ce que le revêtement soit adhérent [10].

I.6.2.les méthodes actives

Méthodes électrochimique utilisant un générateur coûteuses en énergie[9]généralement on ne dispose que de alternatif il est donc nécessaire de transformer le courant alternatif du secteur basse tension en courant continu à l'aide d'appareils dits <<redresseur>>.Le circuit électrique se constitue alors ainsi, la borne (+) de sortie de redresseur est reliée à une masse métallique enterrée : anode prise de terre ou masse sacrificielle et sur laquelle la corrosion sera[11].

I.6.3.les méthodes chimique

Protections par traitements chimique comme inhibiteur on appelle inhibiteur de corrosion toute substance qui ajoutée en très petite quantité dans le réactif corrosif permet de diminuer ou d'annuler la corrosion du métal Elle ne modifie donc pratiquement pas la nature ni la concentration du milieu .Les inhibiteurs agissent en créant une barrière entre le métal et le réactif .Ils se fixent à la surface du métal sous une forme qui dépend de leur nature[10] .

I.7. Importance de la corrosion:

L'importance de l'étude de la corrosion est double:

Le premier est économique, elle concerne de nombreuses installations: Tubes, bacs de stockage, échangeurs de chaleur, ...etc. Dans l'impact de la corrosion on distingue les pertes directs et les pertes indirect, que nous allons examiner.

Le second est la conservation appliqué premièrement aux ressources de métal dont les réserves mondiales sont limitées et dont la destruction implique des pertes. correspondantes d'énergie et de réserves d'eau accompagnant la production et la fabrication des structures métallique.[4]

Chapitre II:
Lutte contre la corrosion
par l'utilisation
d'inhibiteur

II.1. Introduction:

En matière de protection contre la corrosion, il est possible d'agir sur le matériau lui-même, sur la surface du matériau ou sur l'environnement avec lequel le matériau est en contact (inhibiteurs de corrosion). Les inhibiteurs de corrosion constituent un moyen de lutte original contre la corrosion des métaux. L'originalité vient du fait que le traitement anticorrosion ne se fait pas sur le métal lui-même mais par l'intermédiaire du milieu corrosif. [6]

II.2. Définition:

Un inhibiteur de corrosion est un composé chimique qui, ajouté à faible concentration au milieu corrosif ralentit ou stoppe le processus de corrosion d'un métal placé au contact de ce milieu.[1]

II.3. Propriétés des inhibiteurs:

Un inhibiteur de corrosion doit être:

- ✓ Non toxique.
- ✓ Stable et ne subit pas modifications au cours de l'exploitation.
- ✓ Efficace à faible concentration.

II.3. Les classes d'inhibiteurs:

On peut classer les inhibiteurs de différentes façons (figure II.1).

- Par domaine d'application,
- Par réaction partielle,
- Par mécanisme réactionnel.

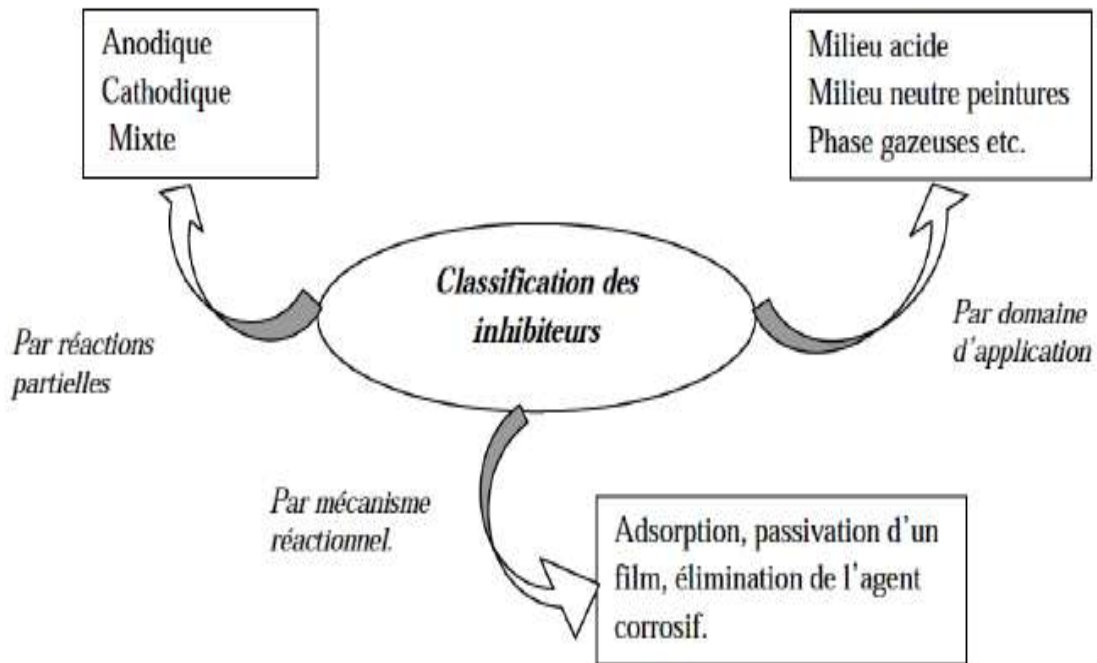


Figure (II.1): Classement des inhibiteurs de corrosion.

- Soit à partir de la formulation des produits (inhibiteurs organiques ou minéraux),
- Soit à partir de leur mécanisme d'action électrochimique (inhibiteurs cathodiques, anodiques ou mixtes),
- Soit à partir de leurs mécanismes d'interface et principes d'action (adsorption à la surface du métal et/ou formation d'un film protecteur). [2]

II.4. Structure d'inhibiteurs:

Pour que une espèce chimique quelconque puisse être susceptible d'avoir des caractéristiques inhibiteurs en un milieu corrosif donné, elle doit contenir dans sa structure moléculaire une partie polaire (hydrophile) et une partie non polaire (hydrophobe). La partie polaire d'une structure d'un inhibiteur constituée d'un ou plusieurs hétéroatomes a une paire d'électrons libre tel que oxygène, azote, soufre, phosphore, ...etc. La partie non polaire doit être volumineuse, constituée principalement d'atomes de carbone et d'hydrogène.

II.5. Efficacité d'un inhibiteur:

Un inhibiteur est efficace si son degré d'inhibiteur **R** (rendement d'inhibiteur) qui caractérise le ralentissement de la corrosion dû à la présence d'un inhibiteur est maximal.

$$R = (V_0 - V) / V_0$$

Où V_0 et V désignent respectivement les vitesses de corrosion en absence et en présence de l'inhibiteur.

II.6. Domaines d'utilisations:

Les inhibiteurs ont plusieurs domaines traditionnels d'application:

Le traitement des eaux (eaux sanitaires, eaux des procédés industriels, eaux de chaudières, etc.).

L'industrie du pétrole: forage, extraction, raffinage, stockage et transport, etc...

Les peintures où les inhibiteurs de corrosion sont des additifs assurant la protection anticorrosion des métaux [1].

II.6. Nature des molécules de l'inhibiteur:

II.6.1. Les inhibiteurs organiques:

Les molécules organiques sont promues à un développement plus que certain en terme d'inhibiteur de corrosion : leur utilisation est actuellement préférée à celle d'inhibiteurs inorganiques pour des raisons d'écotoxicité essentiellement. Les inhibiteurs organiques sont généralement constitués de sous-produits de l'industrie pétrolière.

Ils possèdent au moins un centre actif susceptible d'échanger des électrons avec le métal, tel l'azote, l'oxygène, le phosphore ou le soufre. Les groupes fonctionnels usuels, permettant leur fixation sur le métal, sont :

- ✓ le radical amine(-NH₂),
- ✓ le radical mercaptan(-SH),
- ✓ le radical hydroxyle(-OH),
- ✓ le radical carboxyle(-COOH).

II.6.2. Les inhibiteurs minéraux :

Les molécules minérales sont utilisées le plus souvent en milieu proche de la neutralité, voire en milieu alcalin, et plus rarement en milieu acide. Les produits se dissocient en solution et ce sont leurs produits de dissociation qui assurent les phénomènes d'inhibition (anions ou cations). Les principaux anions inhibiteurs sont les oxo-anions de type XO₄ⁿ⁻ tels les chromates, molybdates, phosphates, silicates, ... Les cations sont essentiellement Ca²⁺ et Zn²⁺ et ceux qui forment des sels insolubles avec certains anions tels que l'hydroxyle OH⁻. Le nombre de molécules en usage à l'heure actuelle va en se restreignant, car la plupart des produits efficaces présentent un côté néfaste pour l'environnement[1].

II.7.Mode d'action d'un inhibiteur:

D'une façon générale un inhibiteur protège la surface d'un métal contre la corrosion par la formation d'une couche protectrice. La nature et la composition de cette couche dépendent du milieu corrosif et du métal à protéger. Généralement d'inhibiteur se lie à la surface de métal par son groupement qui porte l'hétéroatome, alors que sa partie non polaire bloque partiellement la surface active de métal. Ce phénomène s'applique surtout dans solution acide.

Chapitre III:
**Techniques et
matériels utilisées**

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 masse).

III.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.

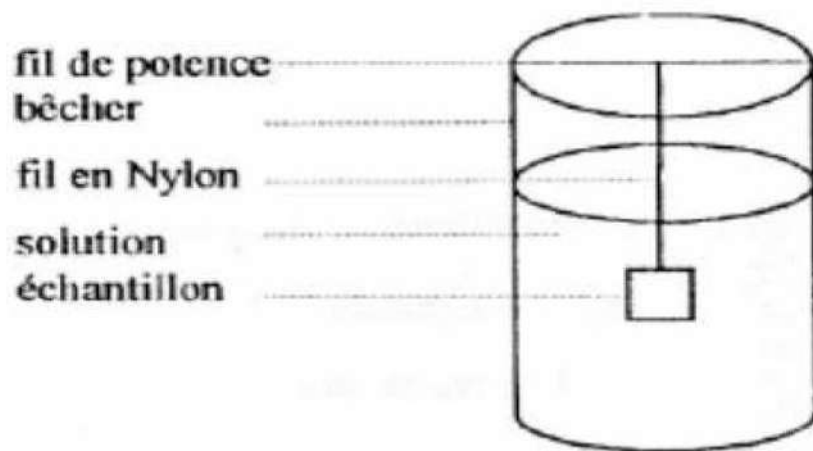


Figure III.1: Dispositif Expérimental de la technique de masse perdue

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°C) et est exprimé en $(\text{g}/\text{cm}^2 \times \text{an})$. Le taux de corrosion (vitesse de corrosion) se définit comme une perte de poids par unité de surface et de temps. Ce taux s'exprime par la relation suivante [7] :

$$\tau_{\text{corr}} = 365 V_{\text{corr}} = \Delta m / (S \times t)$$

avec

$$\Delta m = m_i - m_f$$

m_i : masse de l'échantillon avant l'essai en (g).

m_f : masse de l'échantillon après l'essai en (g).

S : surface de l'échantillon en (cm^2).

t : temps de l'expérience en jours.

III.1.1. Avantage de la méthode pondérale :

- ✓ Elle donne des informations sur le taux moyen de la perte de masse due à la corrosion.
- ✓ Elle peut aussi fournir des informations sur la nature de corrosion à travers l'analyse de ses produits de corrosion.[1]

III.1.2. Inconvénients de la méthode pondérale :

- ✓ Elle exige un temps considérablement long pour avoir une différence de poids mesurable.
- ✓ Elle utilise un grand nombre des échantillons métallique destiné aux tests de corrosion et une grande quantité du milieu corrosif.
- ✓ Elle ne peut pas être appliquée lorsque l'échantillon métallique est une pipe dans une grande installation.

❖ Observations :

Au cours des expériences on observe :

- ✓ Dégagement de gaz.
- ✓ Formation d'une couche marron ou noir sur la surface du métal.

Partie II:
Expérimentation

***Chapitre I:
Synthèse
expérimentale***

Les méthodes de prévention contre la corrosion sont variées. Nous avons choisi le méthode pour lutter de ce problème doit vérifier non seulement les exigences technologiques, mais aussi celle économiques, dans ce qui suit nous allons donnée un aperçu sur ces méthodes de protection.

Dans ce travail nous avons utilisé (l'inhibiteur de corrosion).

I.1. Inhibiteurs :

Dans notre étude nous avons utilisé un inhibiteur de corrosion à base d'amines, les inhibiteurs utilisées dans ce travail sont (1,2 daminophényl) et (1,2 daminopropane).

I.2. Propriétés des inhibiteurs:

✓ 1,2 daminophényl :

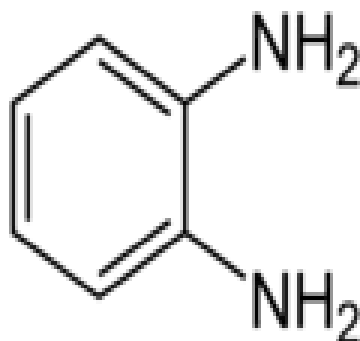


Figure (I.1): inhibiteur de corrosion à base d'amines 1,2daminophényl

Tableau(II.1): Propriétés physique-chimique d'inhibiteur

Nome	La formule	Masse molaire	densité	Point du fusion	Solubilité
1,2 daminophényl	$C_6H_8N_2$	108.14 g/mol	1.031g/cm ³	252°C	Soluble dans l'eau

✓ 1,2 daminopropane :

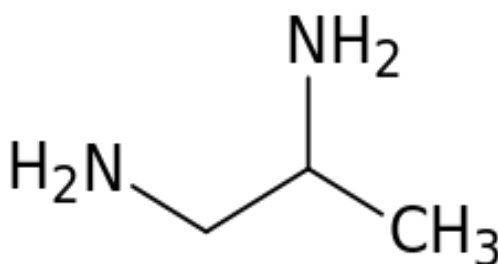


Figure (I.2): inhibiteur de corrosion à base d'amines 1,2daminopropane

Tableau(II.2): Propriétés physique-chimique d'inhibiteur.

Nome	La formule	Masse molaire	densité	Point du fusion	Solubilité
1,2 diaminopropane	$C_3H_{10}N_2$	74.13 g/mol	870mg/ml	-37.1°C	Soluble dans l'eau

I.3.Produits et matériaux

I.3.1. Préparation de l'échantillon de l'acier

Un échantillon d'acier (X70) de la composition chimique mentionnée dans le tableau (I-3) a été utilisé pour préparer l'électrode de travail. L'acier (X70).



Figure (I.3) : Echantillon de l'acier (X70).

Tableau (II-3): La composition chimique de l'acier (X70).

Elément	C	P	S	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Nb	V	Ti	Mo	Fe
Valeur% (10^{-3})	74	2	7	451	1814	207	7	10	49	61	5	20	77	Reste

I.3.2.Produits chimiques utilises:

Dans notre étude nous avons utilisé les produit chimiques suivant, leurs propriétés physicochimiques sont récapitulées dans le tableau .

Tableau (II-4) : Les produits chimiques utilisés et leurs propriétés physicochimiques.

Produit	La formule	Degré de pureté%	densité	Masse molaire	Point d'ébullition	Point de fusion
Acide sulfurique	H ₂ SO ₄	98	1.94	98.08	337	10
Acide nitrique	HNO ₃	65	1.4	63.01	83	42
Hydrochlorique Acide	HCl	37	1.19	36.45	-85.05	-114.2
Acétone	CH ₃ CO CH ₃	Pure	/	46	56	-95
L'eau distillée	H ₂ O	Sans sels	1	18	100	

I.3.3. Préparation des solutions utilisées

❖ Les milieux corrosifs :

1. Le milieu corrosif utilisé est constitué d'une solution aqueuse d'acide sulfurique à la concentration (0.5 M de H₂SO₄), préparé à partir d'une solution commerciale d'acide sulfurique (H₂SO₄) a été obtenue en dilution $V=27.19$ ml de H₂SO₄ (pureté p= 96-98% ; densité $d= 1.94$ g/cm³ 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 H₂SO₄, $C(H_2SO_4) = (10 \times d \times p) / M = (10 \times 1.94 \times 98) / 98.08 = 19.384$ mol/l

Le volume de H₂SO₄ concentré prélève $V(H_2SO_4) = (C_s \times V_s) / C(H_2SO_4) = (0.5 \times 1000) / 19.384 = 27.19$ ml.

C : concentration de produit(H₂SO₄).

V : volume de produit (H₂SO₄).

2. Le milieu corrosif utilisé est constitué d'une solution aqueuse d'acide Hydrochloride à la concentration (1 M de HCl) a été obtenue en dilution $V=83.74$ ml de HCl (pureté p= 37% ; densité $d= 1.18$ g/cm³ la masse molaire $M= 36.45$ g/mol) dans un litre d'eau distillée.

La concentration de solution corrosive $C_s = 1$ mol/l

Le volume de solution corrosif $V_s = 1$ l = 1000 ml.

La concentration de HCl, $C(HCl) = (10 \times d \times p) / M = (10 \times 1.19 \times 37) / 36.45 = 12.079$ mol/l

Le volume de HCl concentré prélevé $V(\text{HCl}) = (C_s \times V_s)/C(\text{HCl}) = (0.6 \times 1000)/12.07 = 83.74 \text{ ml}$.

C : concentration de produit(HCl).

V : volume de produit (HCl).

3. Le milieu corrosif utilisé est constitué d'une solution aqueuse d'acide Nitrique à la concentration (1 M de HNO_3) a été obtenue en dilution $V=69.23 \text{ ml}$ de HNO_3 (pureté $p= 65\%$; densité $d= 1.4 \text{ g/cm}^3$ la masse molaire $M= 63.01 \text{ g/mol}$) dans un litre d'eau distillée.

La concentration de solution corrosive $C_s = 1 \text{ mol/l}$

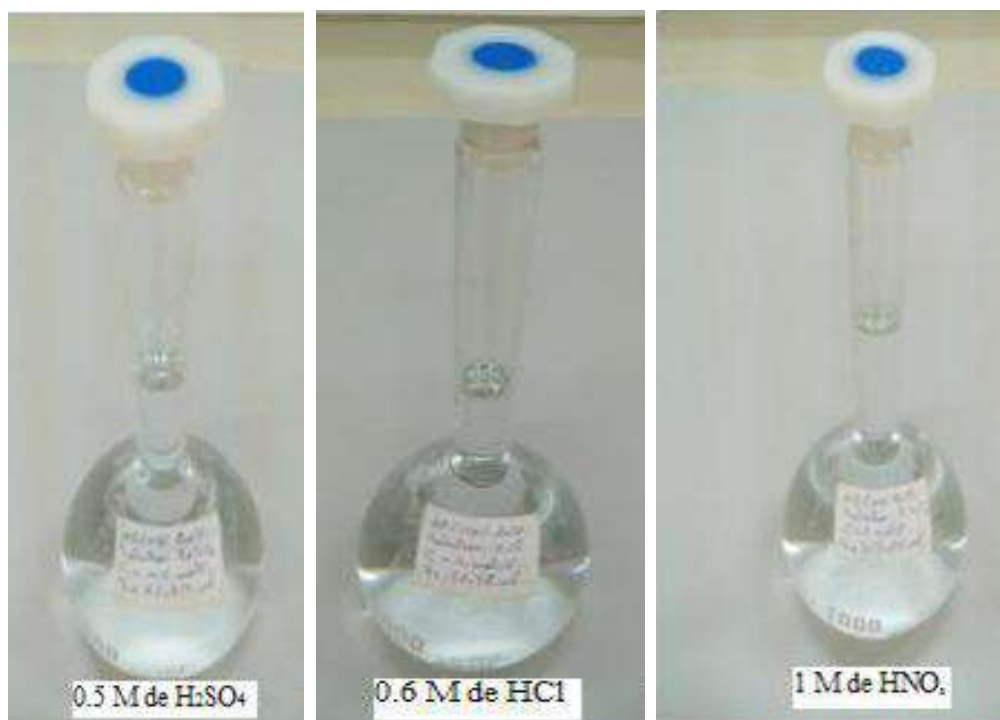
Le volume de solution corrosif $V_s = 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$.

La concentration de HNO_3 , $C(\text{HNO}_3) = (10 \times d \times p)/M = (10 \times 1.4 \times 65)/63.01 = 14.442 \text{ mol/l}$

Le volume de HNO_3 concentré prélevé $V(\text{HNO}_3) = (C_s \times V_s)/C(\text{HNO}_3) = (1 \times 1000)/12.07 = 69.23 \text{ ml}$.

C : concentration de produit(HNO_3).

V : volume de produit (HNO_3).



(1)

(2)

(3)

Figure (I.4) : solution corrosive utilisées

I.3.4. Les matériaux

Dans le 1^{er} montage (expérience), nous avons besoin du matériel suivant:

- ✓ Echantillons(X 70).
- ✓ Bêchers.
- ✓ Balance analytique.
- ✓ fil de potence.
- ✓ Fil simple
- ✓ Pied capillaire

I.4. Mode opératoire

Les mesures de pertes de masse sont une première approche de l'étude de l'inhibition de la corrosion d'un métal dans une solution électrolytique Cette méthode présente l'avantage d'être 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 M ($\text{mg.cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$) subie par un échantillon de surface S , pendant le temps t d'immersion dans une solution corrosive maintenue à température constante. A fin de réaliser les mesures gravimétriques

I.4.1. Préparation des surfaces

Puisque la corrosion est un phénomène interfacial entre le métal et son environnement, alors l'état de surface joue un rôle très important dans le comportement du métal vis-à-vis de la corrosion. La préparation des surfaces d'échantillon a été effectuée en Utilisant le matériel suivant : Une polisseuse mécanique du papier abrasif et l'eau distillée.

I.4.1.1. Polissage

L'opération de polissage a été effectuée avec du papier abrasif de différentes granulométries : 80,100,220, 320, 400,600, 1000, et 1500 afin d'obtenir un état de surface adéquat. Ensuite, les échantillons ont été lavés avec l'eau distillée. Une fois séchés, ils ont été de nouveau rincés avec de l'acétone.

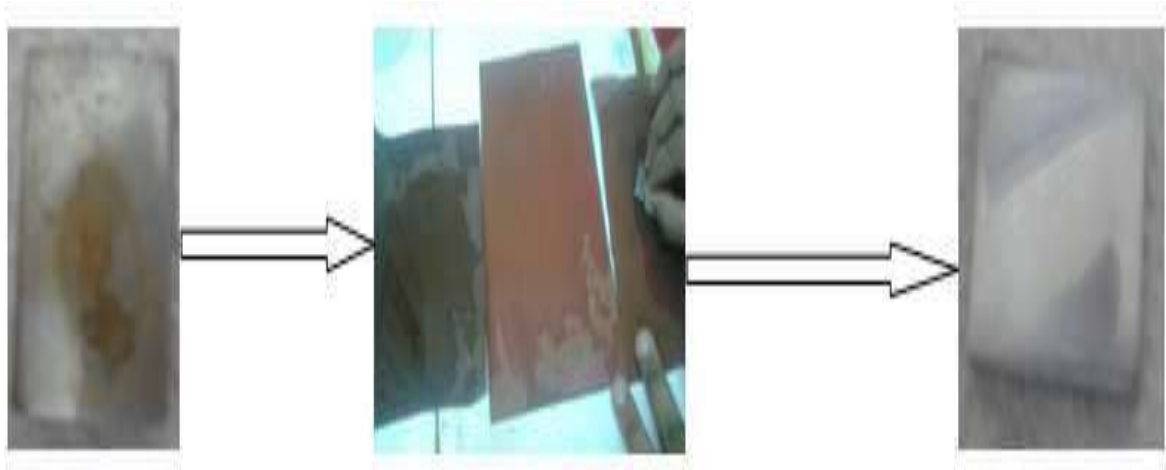


Figure (I.5) : l'opération de polissage

I.4.2. Mesure de la masse:

Après l'opération de polissage, il faut mesurer la masse d'échantillon en utilisant la balance de marque « **RADWAG** » de type (AS 220 R2). Avant et après l'immersion d'échantillon dans la solution corrosive.



Figure (I.6) : Balance analytique.

I.4.3. Mesure de la surface:

Dimensions de l'acier sont mesurées par pied capillaire marque « **ineco** » et ce sont les dimensions de longueur(L), largeur(D) et épaisseur(H). en utilise cette relation :

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

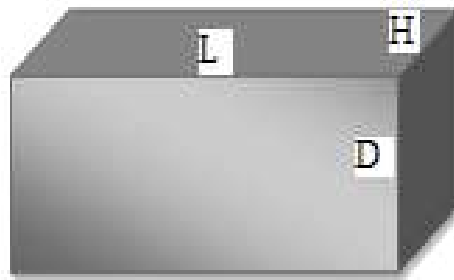


Figure (I.7) : Dimensions de l'acier



Figure (I.8) : expliquer le pied capillaire

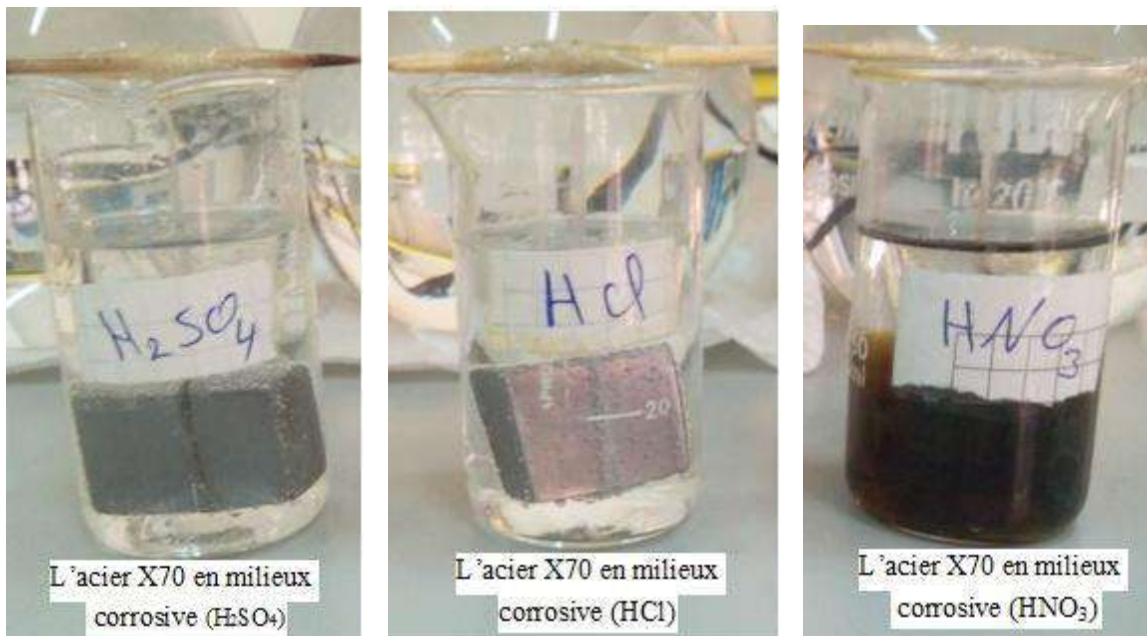


Figure (I-9) : le 1^{er} montage d'expérience (échantillon dans la solution sans inhibiteur)

I.4.4. Préparation des solutions avec inhibiteur:

Après la préparation de la solution corrosive, nous préparons des solutions mères (HCl, H₂SO₄ ou HNO₃ +inhibiteur) On prépare ensuite une solution diluée de la solution mère à différents concentration d'inhibiteur (1ppm, 5ppm, 10ppm, 20ppm, 30ppm, 40ppm, 50ppm, 60ppm,70ppm, 80ppm, 90ppm, 100ppm).

- [1ppm] : ajoutée V= 0.4ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur
- [5ppm] : ajoutée V= 2ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [10ppm] : ajoutée V=4ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [20ppm] : ajoutée V=8ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [30ppm] : ajoutée V=12ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [40ppm] : ajoutée V=16ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [50ppm] : ajoutée V=20ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [60ppm] : ajoutée V=24ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [70ppm] : ajoutée V=28ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [80ppm] : ajoutée V=32ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [90ppm] : ajoutée V=36ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃) et complète a V=40ml avec solution sans inhibiteur.
- [100ppm] : ajoutée 40ml de solution mère (l'inhibiteur+ HCl, H₂SO₄ ou HNO₃).

Les mêmes étapes expérience antérieure (solution corrosive sans inhibiteur). Seule une période d'immersion dans cette expérience sera fixe (30min).



Figure (I.10) : le 2^{ème} montage d'expérience (l'acier après l'immersion dans la solution avec inhibiteur)

***Chapitre II:
Résultats et
discussions***

II.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.

II.2.Etape (01) sans inhibiteur:

Les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en milieu acide HCl (1 M), H₂SO₄ (0,5M) et HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau (II-5) : les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1 M), H₂SO₄ (0,5M) et HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 20°C)

HCl (1 M) sans inhibiteur						
Temps (min)	30	60	90	120	150	180
Perte de masse(g)	0.0007	0.0013	0.0015	0.0013	0.002	0.0035
H2SO4 (0.5 M) sans inhibiteur						
Temps (min)	30	60	90	120	150	180
Perte de masse(g)	0.0016	0.0038	0.0082	0.0168	0.0482	0.0621
HNO3 (1 M) sans inhibiteur						
Temps (min)	30	60	90	120	150	180
Perte de masse(g)	0.8643	0.8072	0.8691	0.815	0.8849	0.8276

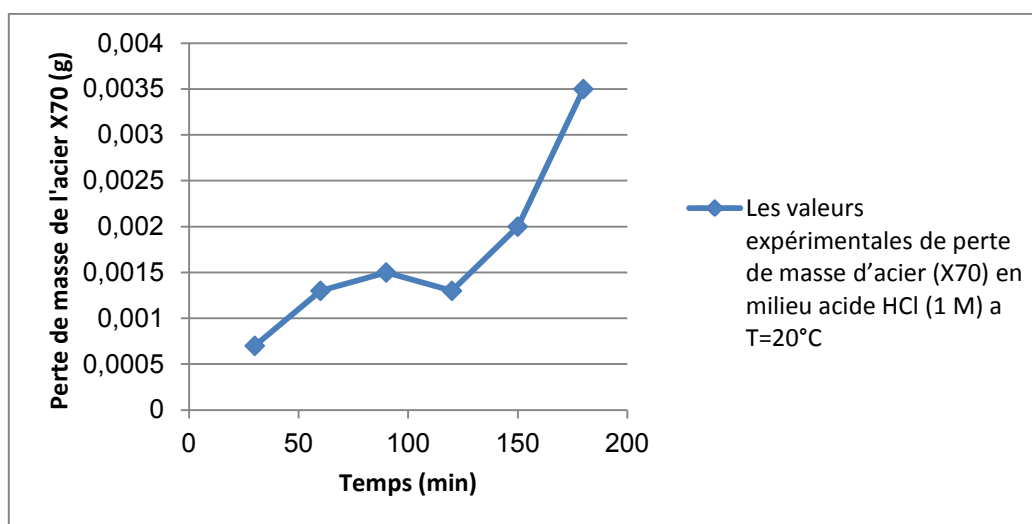


Figure (II.1): évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C

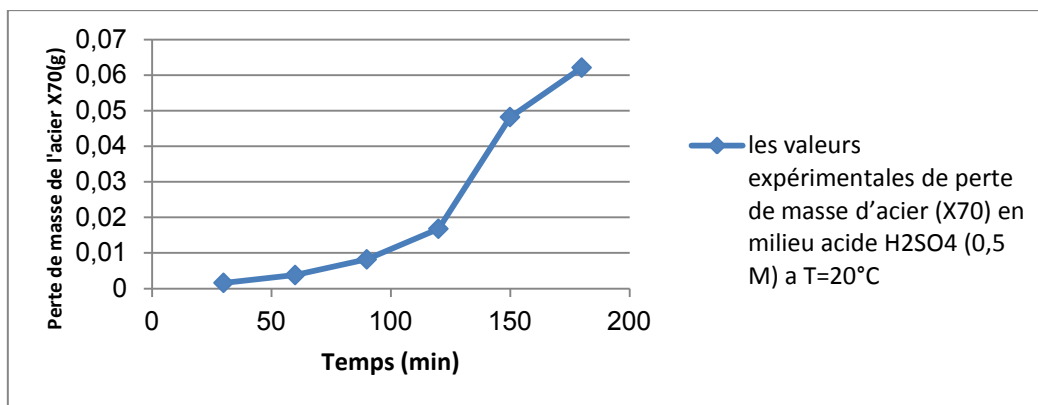


Figure (II.2): évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H_2SO_4 (0,5M) en absence d'inhibiteur à $T = 20^\circ C$

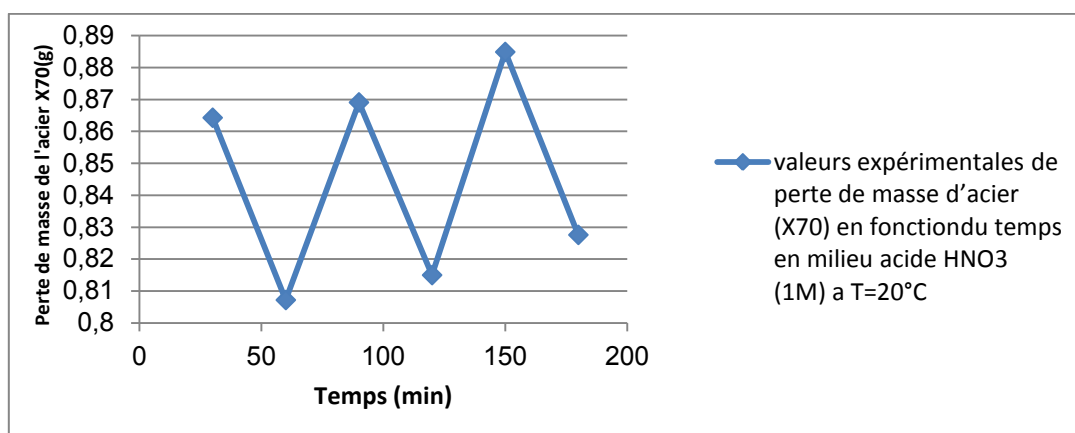


Figure (II.3) : évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO_3 (1M) en absence d'inhibiteur à $T = 20^\circ C$

Les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d'acier (X70) en milieu acide HCl (1 M), H_2SO_4 (0,5M) et HNO_3 (1M) en absence d'inhibiteur sont résumées dans le tableau suivant : **Tableau (II-6)** : les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1M), H_2SO_4 (0,5M) et HNO_3 (1M) en absence d'inhibiteur à ($T = 20^\circ C$).

HCl (1 M) sans inhibiteur						
Temps (min)	30	60	90	120	150	180
V (g/min×mm²) *10⁻⁸	1.91	1.77	1.37	0.872	1.1	0.027
H ₂ SO ₄ (0.5 M) sans inhibiteur						
Temps (min)	30	60	90	120	150	180
V (g/min×mm²) *10⁻⁷	0.433	0.487	0.749	1.16	2.67	2.82
HNO ₃ (1 M) sans inhibiteur						
Temps (min)	30	60	90	120	150	180
V (g/min×mm²) *10⁻⁶	15.7	7.43	5.41	3.91	3.57	2.79

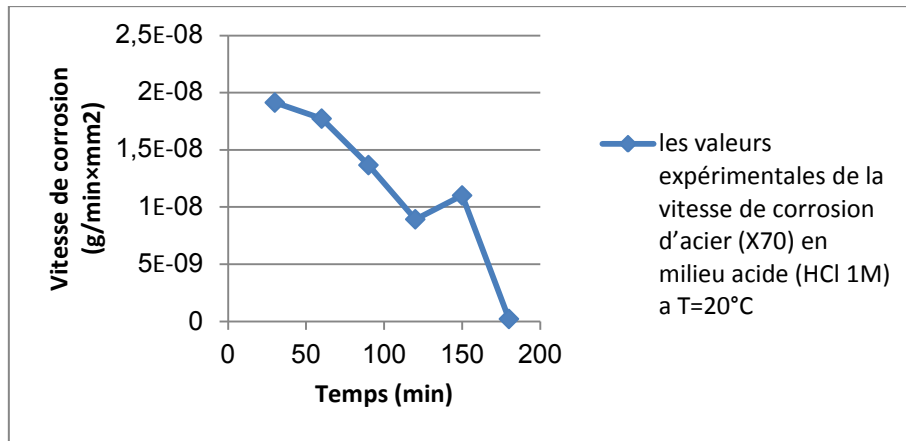


Figure (II.4): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T =20°C

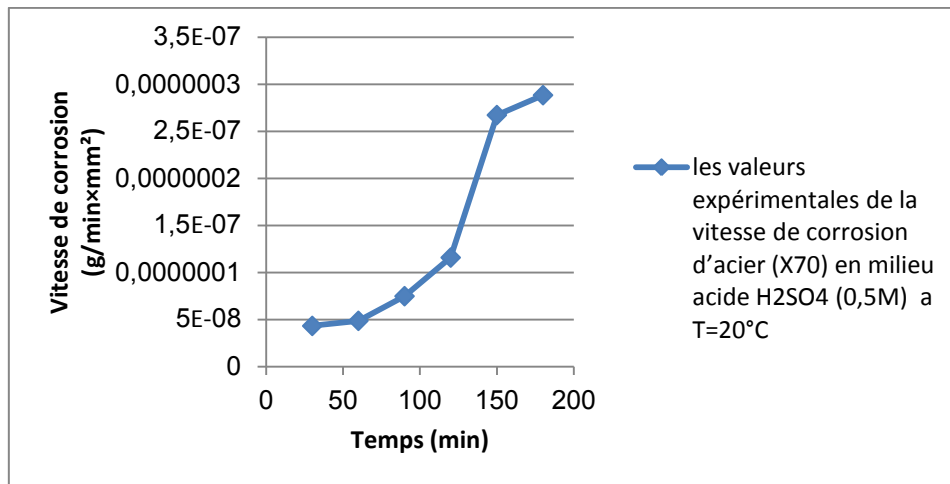


Figure (II.5) : évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H₂SO₄ (0,5M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C

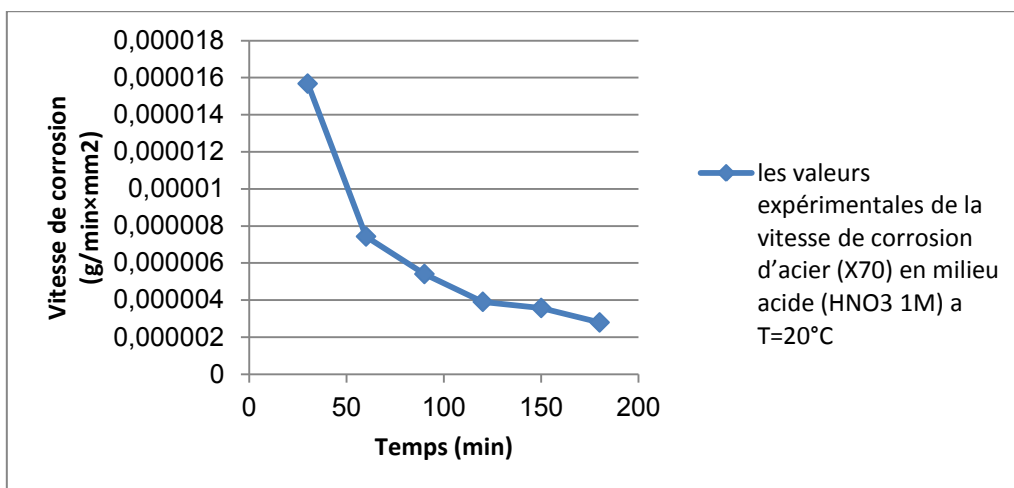


Figure (II.6) : évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C

D'après les résultats obtenus par la méthode pondérale (méthode de la perte de poids) dans les trois milieux corrosive (H_2SO_4 , HCl, HNO_3 sans inhibiteur) à $T = 20^\circ C$, nous pouvons conclure que :

- ✓ Le perte de masse augmente en deux milieux corrosive (HCl, H_2SO_4), et pas stable en milieu HNO_3 , ensuite il s'avère Avec un défaut dans certaines valeurs
- ✓ La vitesse de corrosion diminue en deux milieux corrosive (HCl, HNO_3) et augmente en milieu corrosive H_2SO_4 , ensuite il s'avère Avec un défaut dans certaines valeurs

Les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en milieu acide HCl (1 M), H_2SO_4 (0,5M) et HNO_3 (1M) en absence d'inhibiteur sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau (II.7) : les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1 M), H_2SO_4 (0,5M) et HNO_3 (1M) en absence d'inhibiteur à ($T = 25^\circ C$).

HCl (1 M) sans inhibiteur										
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Perte de masse(g)	0.0013	0.0015	0.0017	0.0025	0.0038	0.0037	0.0033	0.0034	0.0038	0.0067
H ₂ SO ₄ (0.5 M) sans inhibiteur										
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	210			
Perte de masse(g)	0.004	0.0131	0.0252	0.0369	0.0666	0.0927	0.1416			
HNO ₃ (1 M) sans inhibiteur										
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Perte de masse(g)	0.544	0.6827	0.99	1.0953	0.8963	0.9186	0.9218	1.1554	1.0517	1.0466

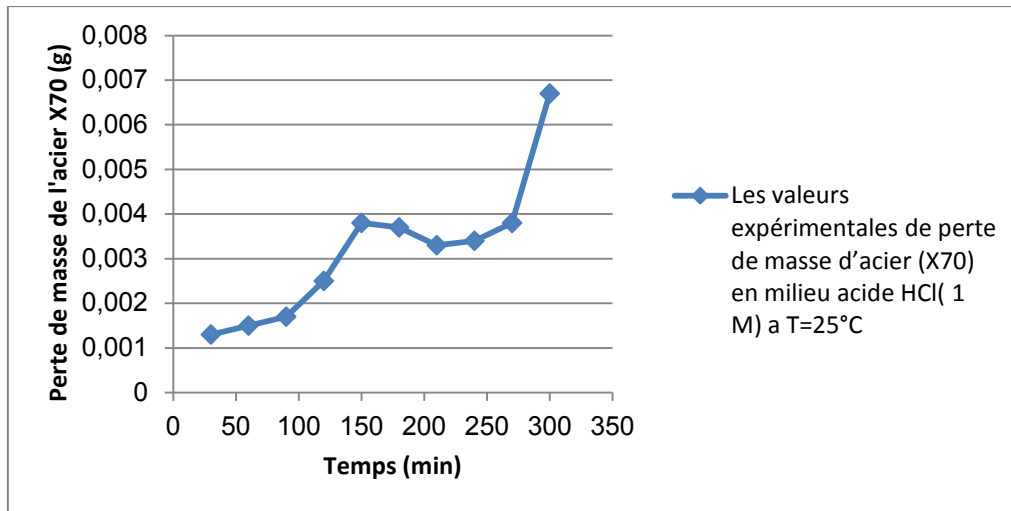


Figure (II.7): évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C

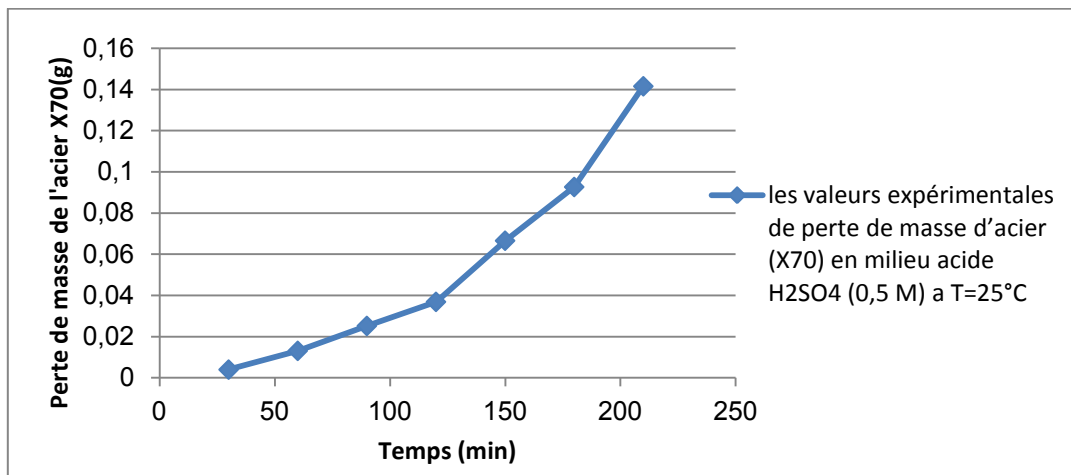


Figure (II.8): évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H₂SO₄ (0,5M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C

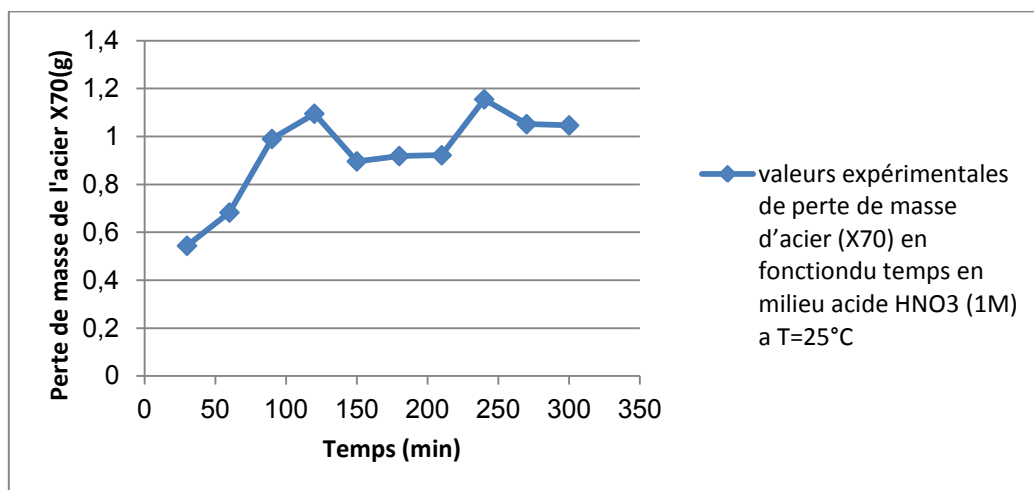


Figure (II.9) : évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C

Les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d'acier (X70) en milieu acide HCl (1 M), H₂SO₄ (0,5M) et HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur sont résumées dans le tableau suivant

Tableau (II.8) : les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1M), H₂SO₄ (0,5M) et HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 25°C).

HCl (1 M) sans inhibiteur										
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
V (g/min×mm ²) *10 ⁻⁸	3.37	1.94	1.47	1.64	1.97	1.6	1.27	1.19	1.15	1.83
H ₂ SO ₄ (0.5 M) sans inhibiteur										
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	210			
V (g/min×mm ²) *10 ⁻⁷	1.03	1.64	2.12	2.31	3.4	3.94	5.2			
HNO ₃ (1 M) sans inhibiteur										
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
V (g/min×mm ²) *10 ⁻⁶	14.8	9.7	9.93	7.87	7.81	5.06	4.7	5.2	4.7	4.3

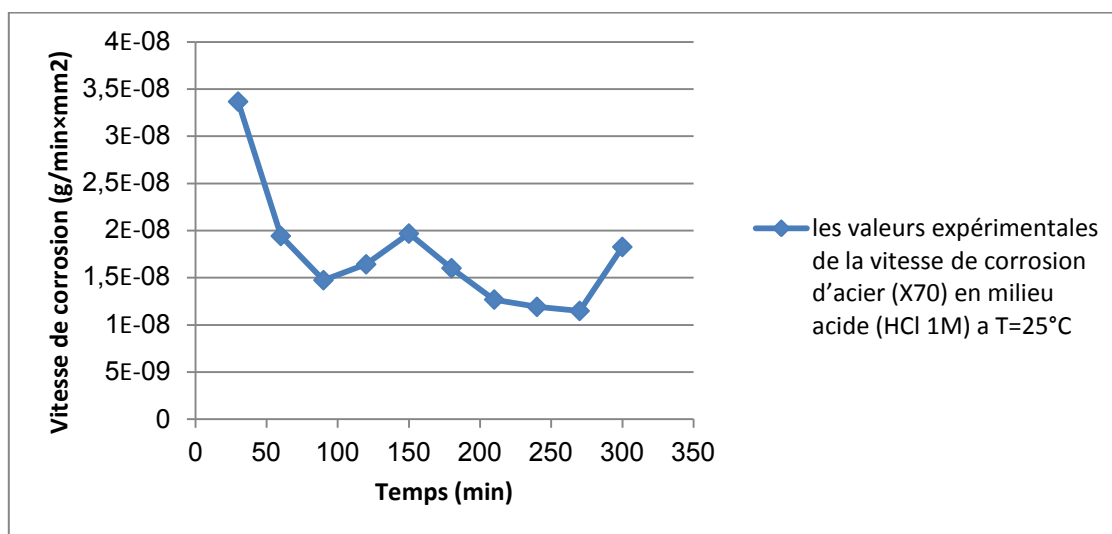


Figure (II.11): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T = 25°C

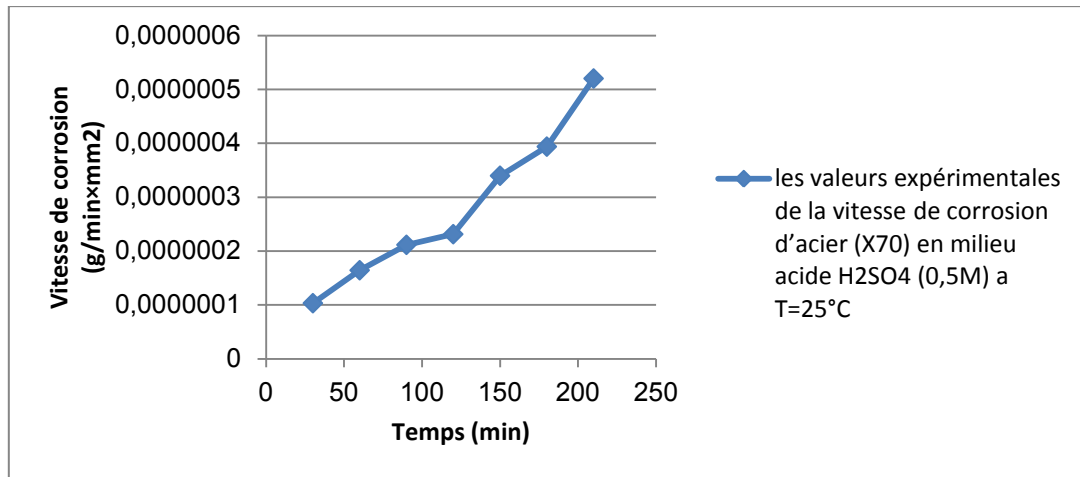


Figure (II.12) : évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H_2SO_4 (0,5M) en absence d'inhibiteur à $T = 25^\circ C$

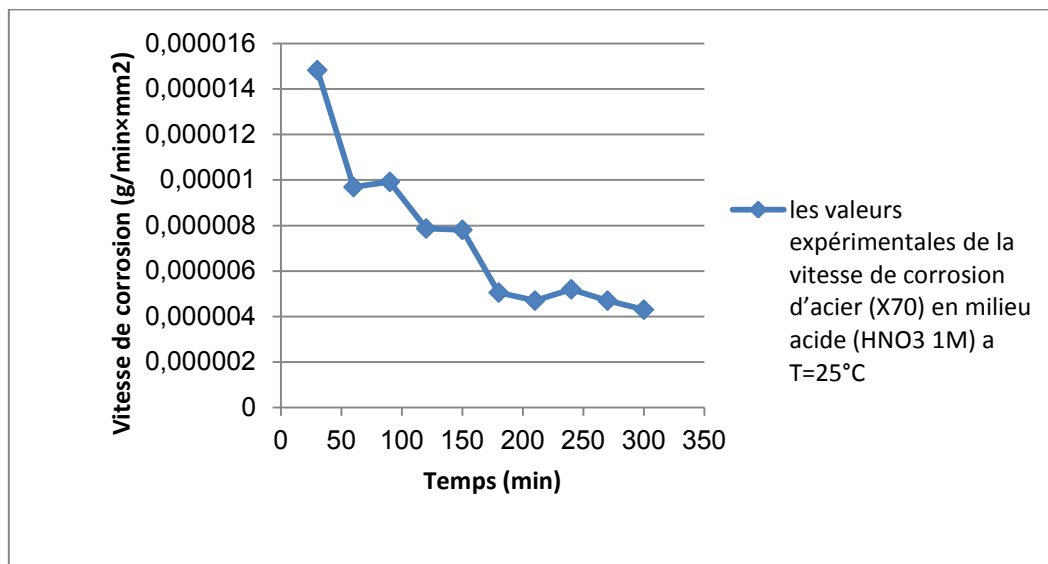


Figure (II.13) : évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO_3 (1M) en absence d'inhibiteur à $T = 25^\circ C$

D'après les résultats obtenus par la méthode pondérale (méthode de la perte de poids) dans les trois milieux corrosifs (H_2SO_4 , HCl , HNO_3 sans inhibiteur) à $T = 25^\circ C$, nous pouvons conclure que :

- ✓ La perte de masse augmente dans les trois milieux corrosifs (HCl , HNO_3 , H_2SO_4), ensuite il s'avère avec un défaut dans certaines valeurs
- ✓ La vitesse de corrosion diminue dans deux milieux corrosifs (HCl , HNO_3) et augmente dans le milieu corrosif H_2SO_4 , ensuite il s'avère avec un défaut dans certaines valeurs

Les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en milieu acide HCl (1 M), H_2SO_4 (0,5M) et HNO_3 (1M) en absence d'inhibiteur sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau (II.9) : les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1 M), H₂SO₄ (0,5M) et HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 30°C)

HCl (1 M) sans inhibiteur							
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	
Perte de masse(g)	0.001	0.0025	0.0022	0.003	0.0037	0.0041	
H2SO4 (0.5 M) sans inhibiteur							
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	
Perte de masse(g)	0.0105	0.421	0.0736	0.1246	0.1688	0.279	
HNO3 (1 M) sans inhibiteur							
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	210
Perte de masse(g)	0.9602	0.7182	0.7935	0.781	0.918	0.9289	0.6498

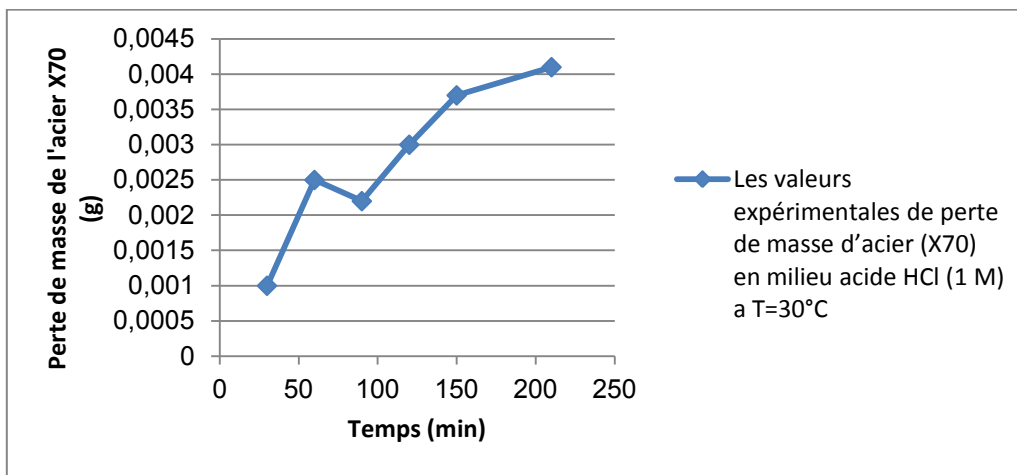


Figure (II.14): évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T = 30°C

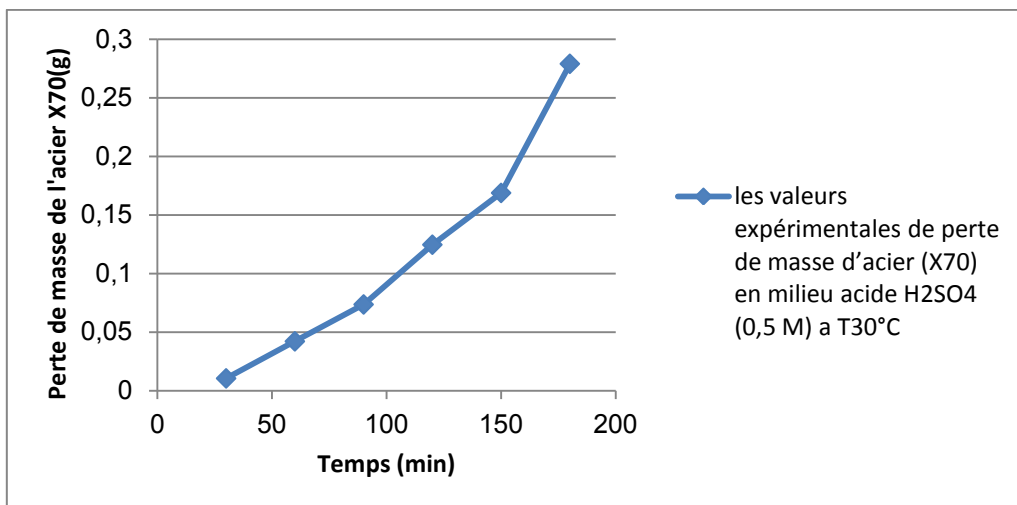


Figure (II.15): évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H₂SO₄ (0.5M) en absence d'inhibiteur à T = 30°C

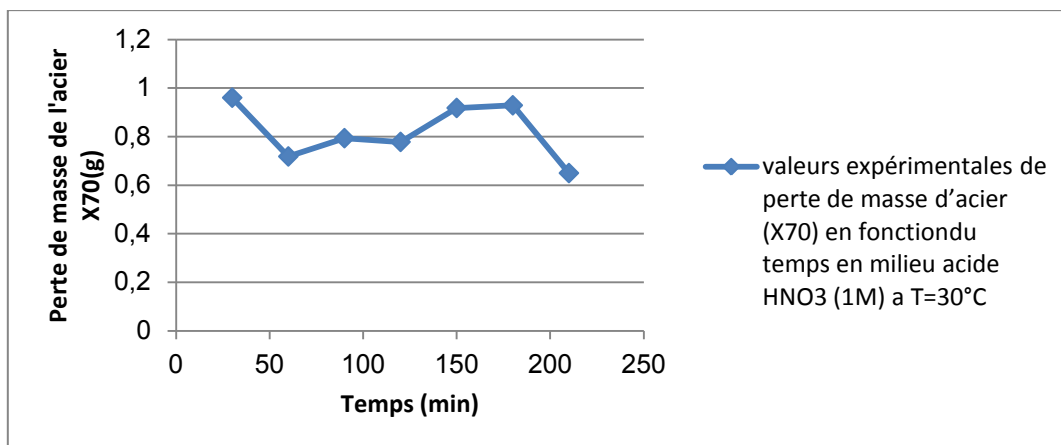


Figure (II.16): évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 30°C

Les valeurs expérimentales de perte de masse d'acier (X70) en milieu acide HCl (1 M), H₂SO₄ (0,5M) et HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur sont résumées dans le tableau suivant

Tableau (II.10) : les valeurs expérimentales de la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du temps en milieu acide HCl (1M), H₂SO₄ (0,5M) et HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur à (T = 30°C).

HCl (1 M) sans inhibiteur							
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	
V (g/min×mm ²) *10 ⁻⁸	2.46	3.41	2.01	2.07	2.05	1.46	
H ₂ SO ₄ (0.5 M) sans inhibiteur							
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	
V (g/min×mm ²) *10 ⁻⁷	2.79	5.74	6.78	8.65	9.21	13.1	
HNO ₃ (1 M) sans inhibiteur							
Temps (min)	30	60	90	120	150	180	210
V (g/min×mm ²) *10 ⁻⁶	18.5	7.3	5.63	3.94	4.16	3.56	2.2

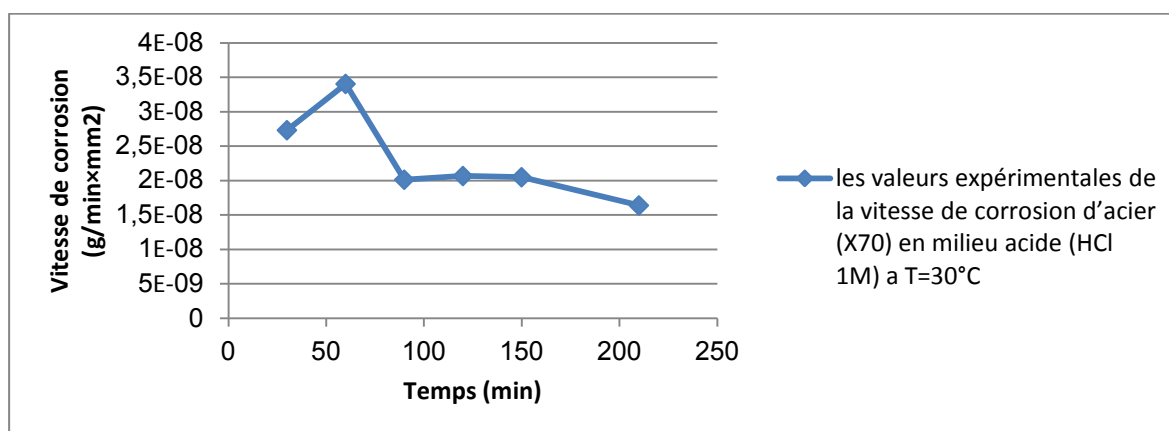


Figure (II.17): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T =30°C

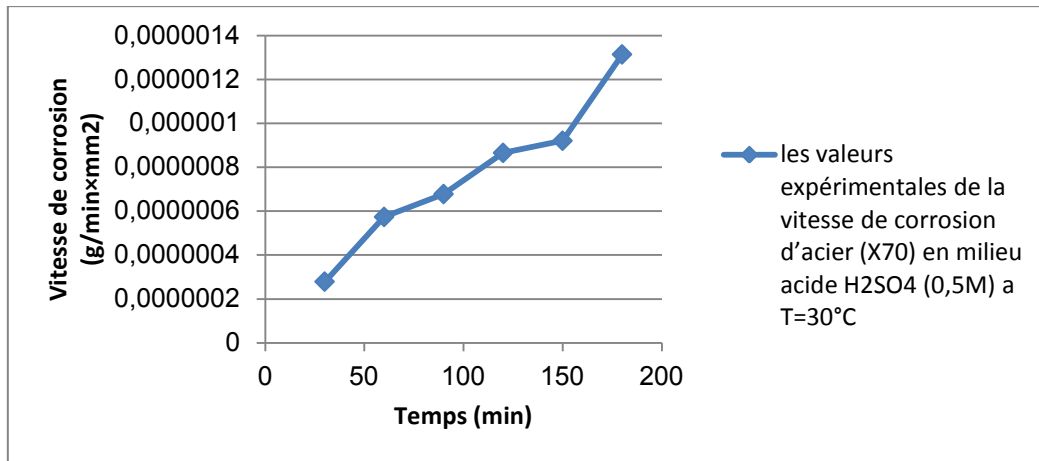


Figure (II.18) : évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H_2SO_4 (0,5M) en absence d'inhibiteur à $T = 30^\circ C$

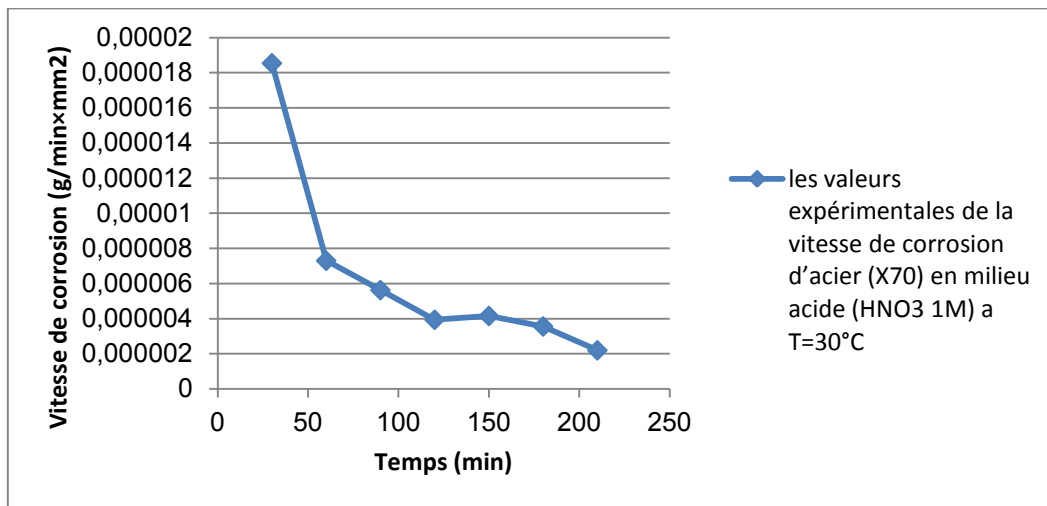


Figure (II.19) : évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO_3 (1M) en absence d'inhibiteur à $T = 30^\circ C$

D'après les résultats obtenus par la méthode pondérale (méthode de la perte de poids) dans les trois milieux corrosifs (H_2SO_4 , HCl , HNO_3 sans inhibiteur) à $T = 30^\circ C$, nous pouvons conclure que :

- ✓ La perte de masse augmente en deux milieux corrosifs (HCl , H_2SO_4), et pas stable en milieu HNO_3 , ensuite il s'avère Avec un défaut dans certaines valeurs
- ✓ La vitesse de corrosion diminue en deux milieux corrosifs (HCl , HNO_3) et augmente en milieu corrosif H_2SO_4 , ensuite il s'avère Avec un défaut dans certaines valeurs

I.3. Influence de la température :

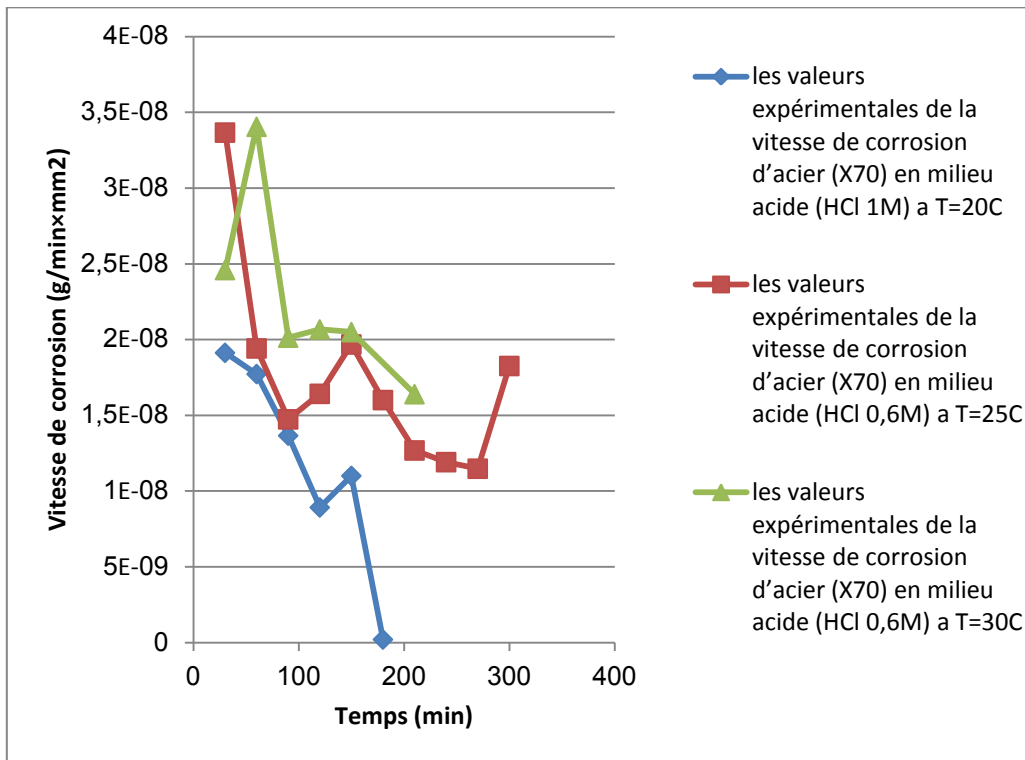


Figure (II.20): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HCl (1M) en absence d'inhibiteur à T =20°C , T =25°C et T =30°C

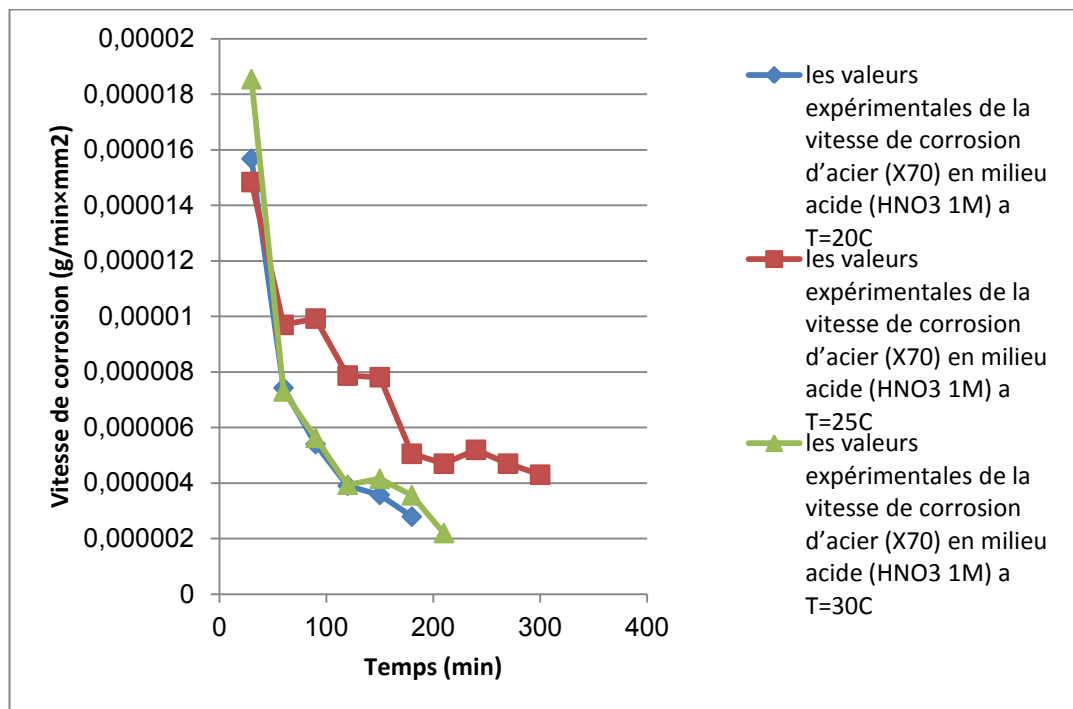


Figure (II.21) : évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide HNO₃ (1M) en absence d'inhibiteur à T = 20°C, T = 20°C et T = 30°C

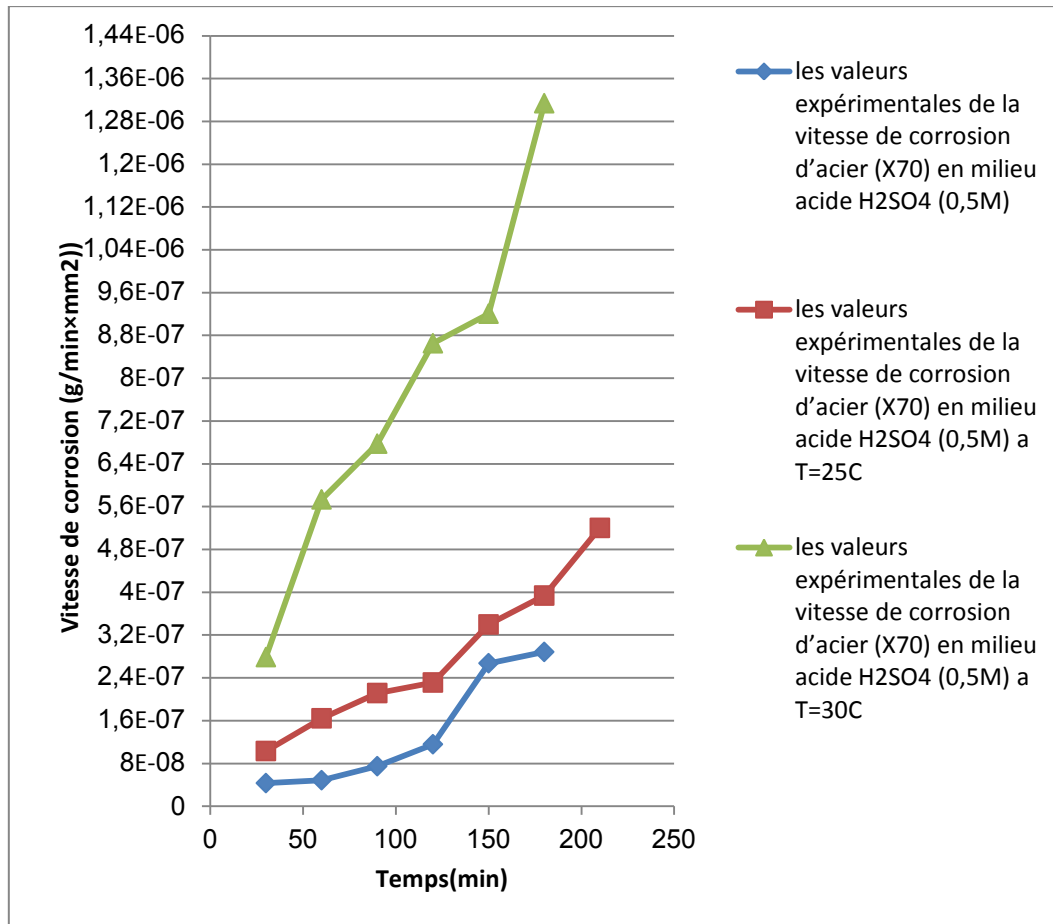


Figure (II.22) : évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de temps en milieu acide H_2SO_4 (0,5M) en absence d'inhibiteur à $T = 20^\circ C$, $T = 25^\circ C$ et $T = 30^\circ C$

Observations :

Au cours des expériences on observe :

-Augmentation de la vitesse de corrosion en fonction de température dans les trois milieux (HCl , H_2SO_4 , HNO_3)

Etape (02) avec inhibiteur :✓ **1,2 diaminophenyl :**

Les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en milieu acide HCl (1 M), H₂SO₄ (0,5M) et HNO₃ (1M) avec d'inhibiteur sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau (II.11) : les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du concentration de l'inhibiteur(1,2diaminophenyl) en milieu acide HCl (1 M) à (T = Tambient).

C(ppm)	L	D	H	S	m1	m2	Δm	V de corro
1	21.62	20.01	10.21	1715.317	33.6692	33.6665	0.0027	5.24684E-08
5	21.62	20.03	10.22	1717.423	33.6732	33.6726	0.0006	1.16454E-08
10	21.99	14.76	9.36	1337.105	22.6471	22.6439	0.0032	7.97744E-08
20	22.75	16.39	6.12	1224.819	17.4944	17.4943	1E-04	2.72149E-09
30	22.72	16.45	5.69	1193.243	15.7265	15.7262	0.0003	8.38053E-09
40	21.94	14.7	9.34	1329.471	22.6307	22.6298	0.0009	2.25654E-08
50	22.72	16.38	6.12	1222.891	17.4917	17.4914	0.0003	8.17734E-09
60	22.7	16.45	5.53	1179.829	15.7221	15.7217	0.0004	1.13011E-08
70	21.6	20	10.18	1710.976	33.6668	33.666	0.0008	1.55856E-08
80	21.93	14.62	9.31	1321.794	22.629	22.6282	0.0008	2.01746E-08
90	22.7	16.37	6.11	1220.633	17.491	17.4907	0.0003	8.19247E-09
100	22.625	16.44	5.52	1175.188	15.7208	15.7206	0.0002	5.67285E-09

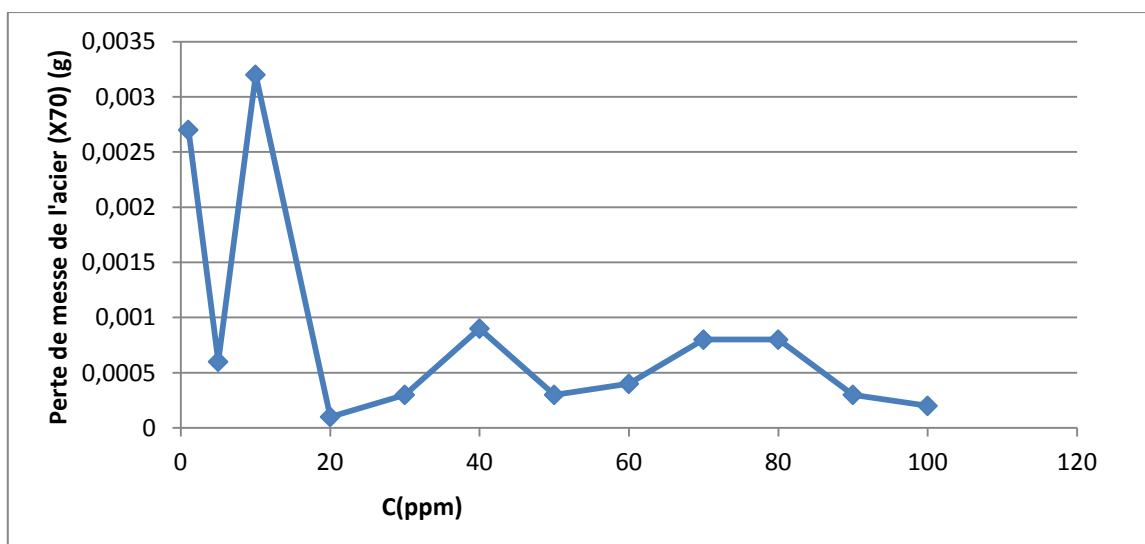


Figure (II.23) : évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HCl (1M) à T = Tambient

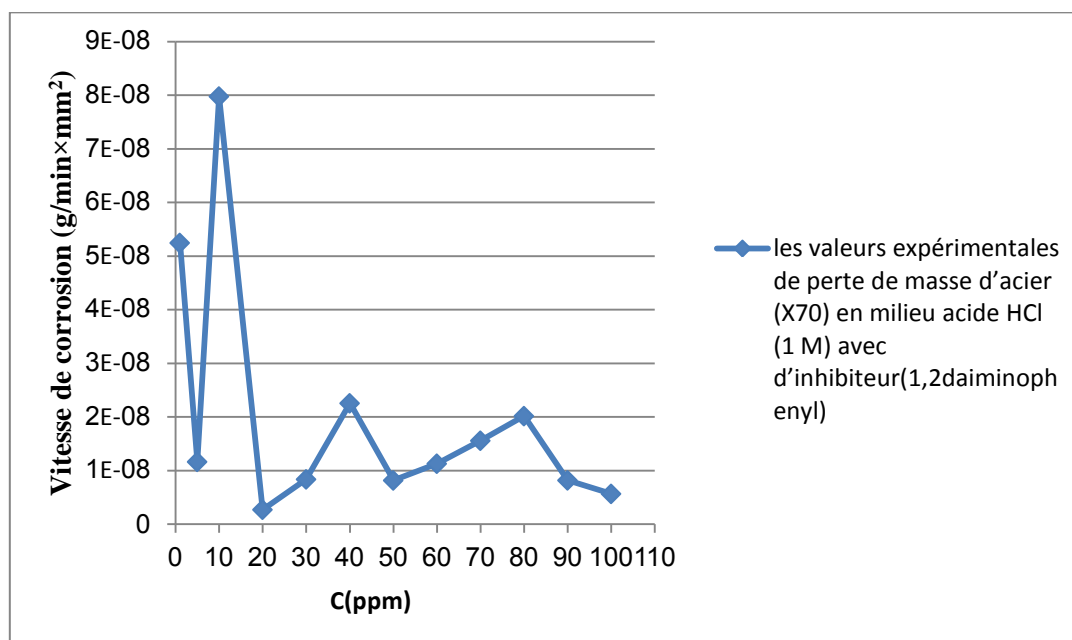


Figure (II.24): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HCl (1M) à T = Tambient

-Le rendement d'inhibiteur (1,2diaminophényl) dans le milieu HCl (1M):

$$R=(V_0-V)/V_0=(11.5-2.72149)/11.5=0.7633=76.33\%$$

Tableau (II.12) : les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction du concentration de l'inhibiteur (1,2diaminophényl) en milieu acide H₂SO₄ (0.5 M) à (T = Tambient).

C(ppm)	L	D	H	S	m1	m2	Δm	V de corro
1	21.58	20	10.14	1706.442	15.7185	15.716	0.0025	4.88345E-08
5	21.91	14.6	9.3	1318.858	17.4902	17.4881	0.0021	5.30762E-08
10	22.69	16.36	6.11	1219.608	22.6265	22.619	0.0075	2.04984E-07
20	22.71	16.47	5.56	1183.749	33.6612	33.6589	0.0023	6.4766E-08
30	21.58	19.99	10.1	1702.482	33.6578	33.6553	0.0025	4.89481E-08
40	21.9	14.57	9.2	1309.214	22.6108	22.604	0.0068	1.73132E-07
50	22.68	16.35	6.1	1217.802	17.4855	17.4844	0.0011	3.01089E-08
60	22.64	16.43	5.53	1176.065	15.7176	15.7103	0.0073	2.06905E-07
70	21.57	19.98	10.11	1702.078	33.6547	33.6514	0.0033	6.46269E-08
80	21.87	14.52	9.19	1303.953	22.6032	22.5918	0.0114	2.91422E-07
90	22.67	16.34	6.09	1215.997	17.4824	17.4779	0.0045	1.23356E-07
100	22.63	16.42	5.52	1174.281	15.709	15.7047	0.0043	1.2206E-07

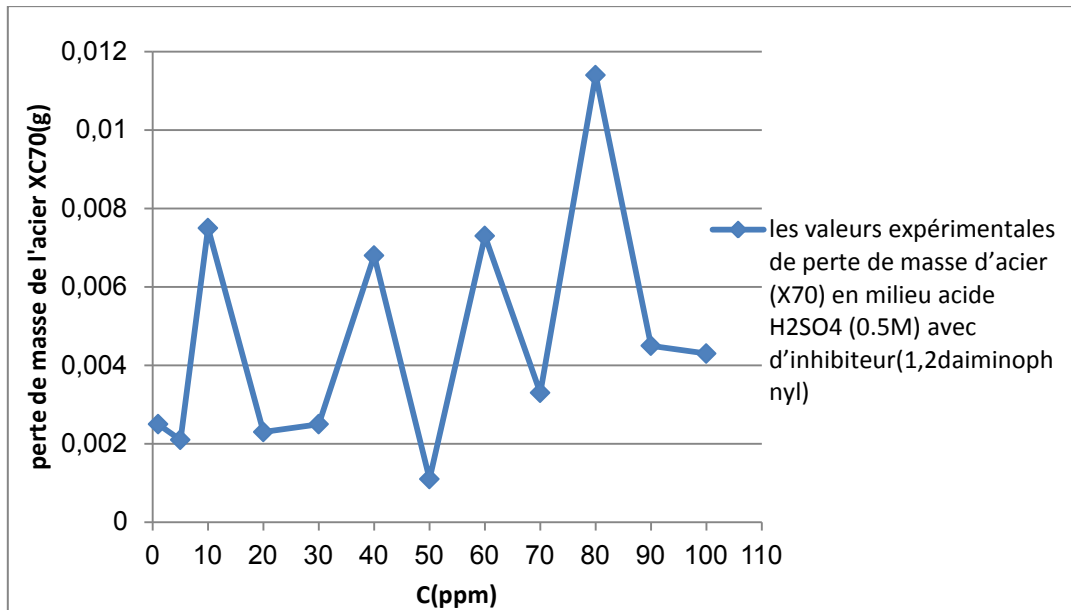


Figure (II.25) : évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide H_2SO_4 (0.5 M) à $T = T_{ambiant}$

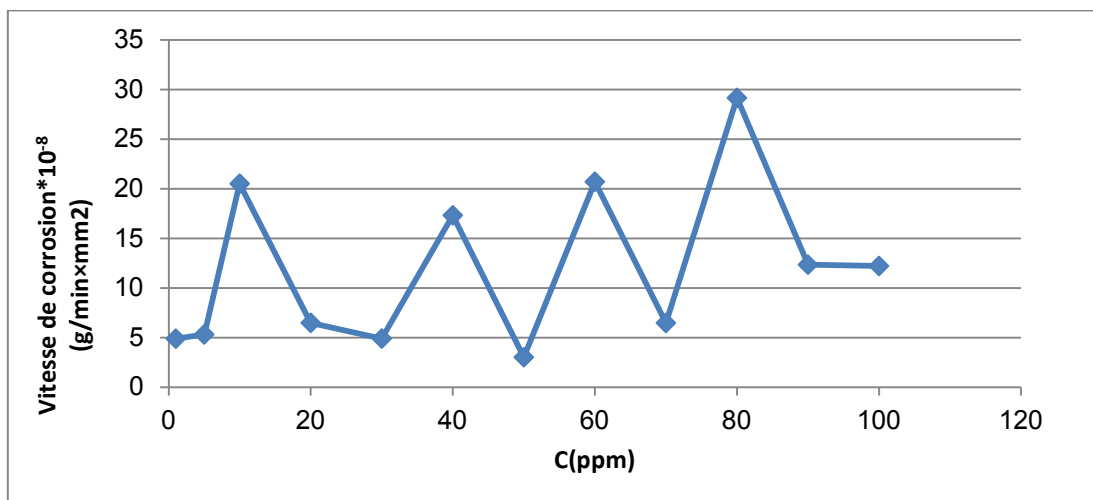


Figure (II.26): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide H_2SO_4 (0.5 M) à $T = T_{ambiant}$

-Le rendement d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) dans le milieu H_2SO_4 (0.5M):

$$R = (V_0 - V) / V_0 = (10.3 - 3.01089) / 10.3 = 0.7076 = 70.76\%$$

Tableau (II.13) : les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HNO_3 (1 M) à ($T = T_{\text{ambiant}}$).

C(ppm)	L	D	H	S	m1	m2	Δm	V de corro
1	21.56	19.93	10.1	1697.48	33.627	32.9738	0.6532	1.28269E-05
5	21.8	14.51	9.18	1299.288	22.7502	22.0355	0.7147	1.83357E-05
10	22.66	16.33	6.08	1214.194	17.4767	16.8868	0.5899	1.61946E-05
20	22.62	16.41	5.51	1172.499	15.688	15.0064	0.6816	1.93774E-05
30	21.43	19.77	10.06	1676.286	32.7613	32.0483	0.713	1.41782E-05
40	21.64	14.44	9	1274.403	21.9044	21.4433	0.4611	1.20605E-05
50	22.44	16.15	5.83	1174.771	16.686	16.1068	0.5792	1.64344E-05
60	22.46	16.23	5.24	1134.523	14.8688	14.3493	0.5195	1.52634E-05
70	21.31	19.64	9.86	1644.591	31.7824	31.3156	0.4668	9.46132E-06
80	21.51	14.29	8.9	1251.996	21.3121	20.9387	0.3734	9.94146E-06
90	22.33	16.07	5.75	1159.286	15.9417	15.5763	0.3654	1.05065E-05
100	22.34	16.1	5.16	1116.049	14.2312	13.8664	0.3648	1.08956E-05

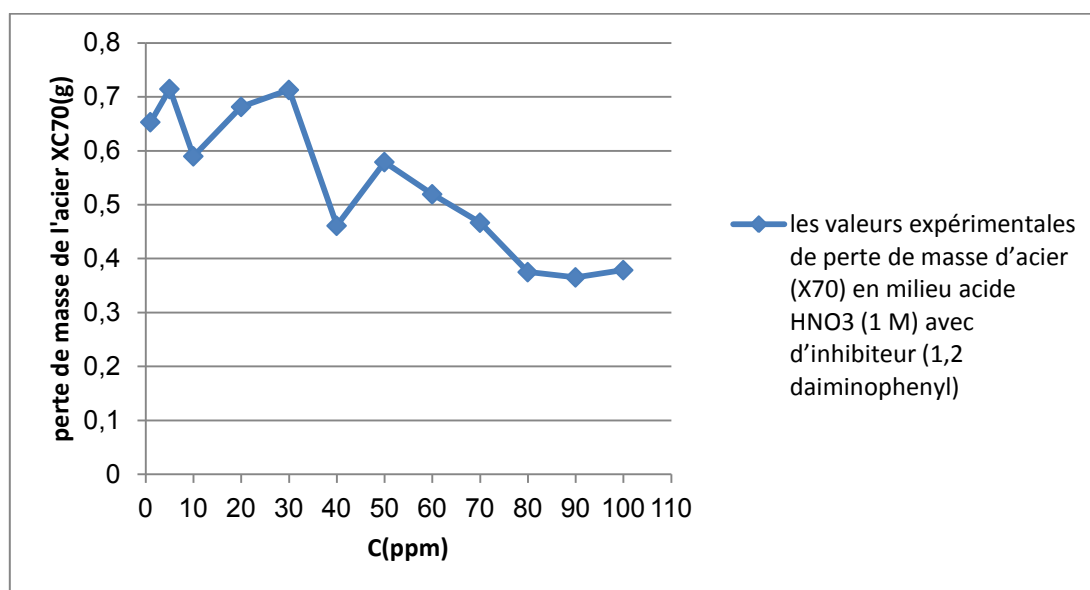


Figure (II.27) : évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HNO_3 (1 M) à $T = T_{\text{ambiant}}$

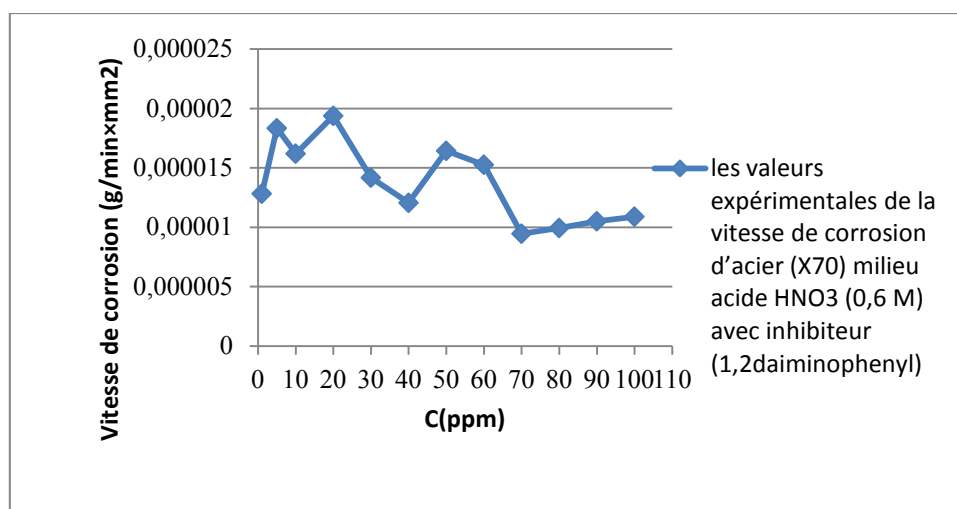


Figure (II.28): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HNO₃ (1 M) à T = Tambient

D'après les résultats obtenus par la méthode pondérale (méthode de la perte de poids) dans le trio milieux corrosive H₂SO₄, HCl, HNO₃ avec inhibiteur (1,2diaminophenyl), nous pouvons conclure que :

- ✓ La vitesse de corrosion est inversement proportionnelle à la concentration d'inhibiteur accru de telle sorte que plus je focalisation accrue vitesse, pour atteindre la valeur la plus faible (2.7215×10^{-9}) à concentration (20 ppm) à inhibiteur (1,2diaminophenyl) dans la solution corrosive HCl.
- ✓ La vitesse de corrosion est inversement proportionnelle à la concentration d'inhibiteur accru de telle sorte que plus je focalisation accrue vitesse, pour atteindre la valeur la plus faible (3.01089×10^{-8}) à concentration (50 ppm) à inhibiteur (1,2diaminophenyl) dans la solution corrosive H₂SO₄.
- ✓ Dans le milieu corrosive HNO₃ (1M), la vitesse de corrosion sans inhibiteur (4.3×10^{-6}) très faible par rapport avec la vitesse de corrosion avec inhibiteur 1,2diaminophenyl (9.49×10^{-6})

✓ 1,2 diaminopropane :

Tableau (II.14) : les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HCl (1 M) à ($T = T_{\text{ambiant}}$).

C(ppm)	L	D	H	S	m1	m2	Δm	V de corro
1	22.36	18.57	9.72	1626.13	30.9755	30.9743	0.0012	2.45983E-08
5	21.26	14.47	8.84	1246.971	20.6446	20.6426	0.002	5.34629E-08
10	22.18	15.86	5.62	1131.119	15.3854	15.3851	0.0003	8.8408E-09
20	22.14	15.94	5.05	1090.431	13.6772	13.6763	0.0009	2.75121E-08
30	23.15	18.42	11.49	1808.125	38.0014	37.9997	0.0017	3.134E-08
40	23.25	18.58	8.37	1564.204	27.89	27.8886	0.0014	2.98341E-08
50	21.09	19.44	9.76	1611.125	31.0082	31.0065	0.0017	3.51721E-08
60	22.72	16.72	7.77	1372.654	22.7115	22.7097	0.0018	4.37109E-08
70	20.49	15.71	9.09	1301.912	22.1575	22.1564	0.0011	2.81637E-08
80	21.04	17.97	8.48	1417.787	25.0968	25.095	0.0018	4.23195E-08
90	22.14	15.84	5.61	1127.531	15.3832	15.3824	0.0008	2.36505E-08
100	22.12	15.93	5.02	1086.765	13.6749	13.674	0.0009	2.76049E-08

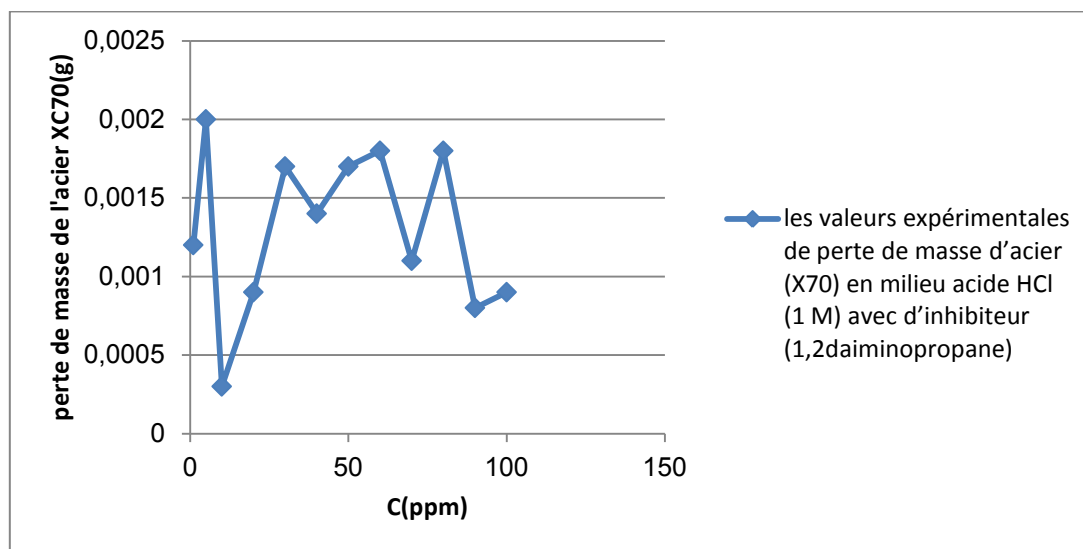


Figure (II.29) : évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HCl (1 M) à $T = T_{\text{ambiant}}$.

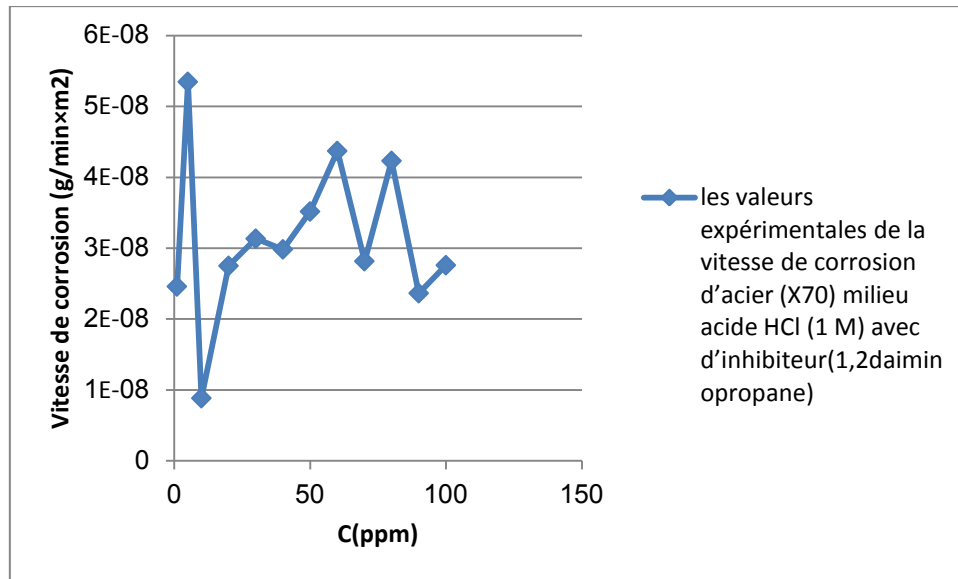


Figure (II.30): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HCl (1 M) à T = (Tambient).

-Le rendement d'inhibiteur (1,2diaminopropane) dans le milieu HCl (1M):

$$R = (V_0 - V) / V_0 = (11.5 - 8.8404) / 11.5 = 0.2312 = 23.12\%$$

Tableau (II.15) : les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide H₂SO₄(0.5 M) à (T = Tambient).

C (ppm)	L	D	H	surface	m1	m2	Δm	Vde corro
1	22	15.97	4.95	1078.583	13.6727	13.6662	0.0065	2.00881E-07
5	22.22	15.93	5.6	1135.209	15.3798	15.3723	0.0075	2.20224E-07
10	21.15	17.98	8.7	1441.416	25.0205	25.0161	0.0044	1.01752E-07
20	21.09	19.45	9.71	1607.688	30.9558	30.9504	0.0054	1.11962E-07
30	22.27	18.5	9.7	1614.928	30.9369	30.9313	0.0056	1.15588E-07
40	23.2	18.65	8.37	1565.929	27.8491	27.8439	0.0052	1.1069E-07
50	23.23	18.41	11.46	1809.717	37.9244	37.9133	0.0111	2.04452E-07
60	21.99	15.89	4.93	1072.339	13.6632	13.6579	0.0053	1.64749E-07
70	22.16	15.88	5.59	1129.089	15.3691	15.3647	0.0044	1.29898E-07
80	21.08	17.93	8.67	1432.362	25.0103	25.0066	0.0037	8.61049E-08
90	21.07	19.43	9.69	1603.67	30.9465	30.9419	0.0046	9.5614E-08
100	23.18	18.37	11.46	1803.959	37.9049	37.8986	0.0063	1.16411E-07

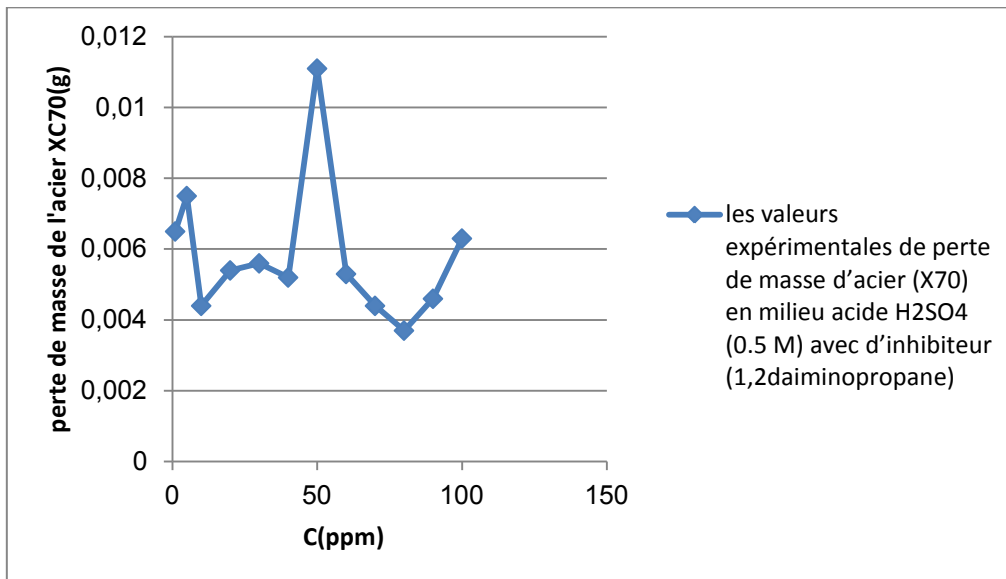


Figure (II.31) : évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide H₂SO₄ (0.5 M) à T = Tambient

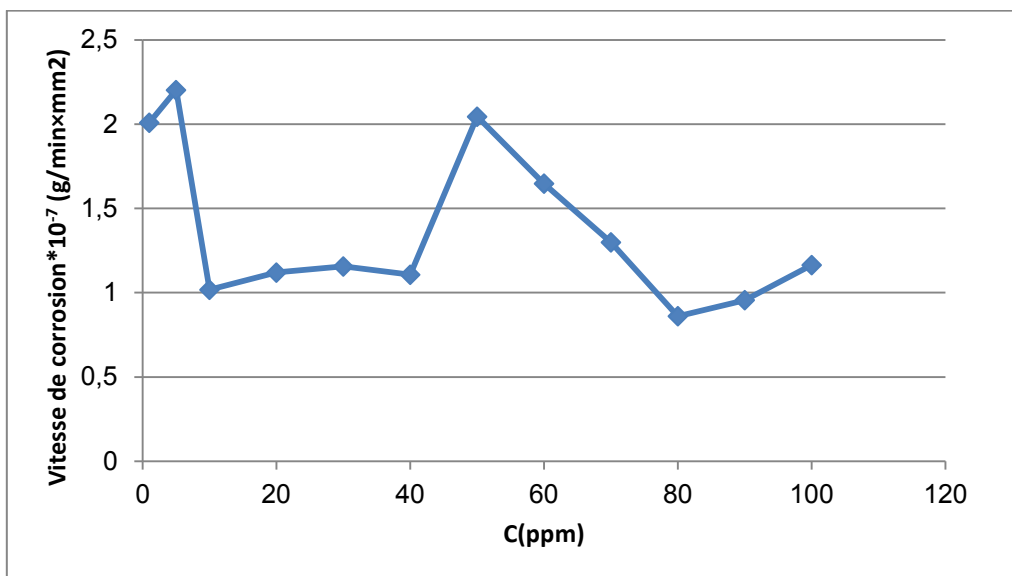


Figure (II.32): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide H₂SO₄ (0.5 M) à T = Tambient

-Le rendement d'inhibiteur (1,2diaminopropane) dans le milieu H₂SO₄ (0.5M):

$$R = (V_0 - V) / V_0 = (10.3 - 8.61049) / 10.3 = 0.1640 = 16.40\%$$

Tableau (II.16) : les valeurs expérimentales de perte de masse et la vitesse de corrosion d'acier (X70) en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HNO_3 (1 M) à ($T = T_{\text{ambient}}$).

C (ppm)	L	D	H	surface	m1	m2	Δm	Vde corro
1	23.25	18.61	8.35	1564.427	27.8375	27.463	0.3745	7.97949E-06
5	22.33	18.44	9.64	1609.576	30.9239	30.4028	0.5211	1.07917E-05
10	23.11	18.73	11.45	1823.837	37.8938	37.4782	0.4156	7.59571E-06
20	21.11	19.44	9.74	1610.671	30.9386	30.4882	0.4504	9.32117E-06
30	21.11	17.97	8.64	1433.996	25.0029	24.4802	0.5227	1.21502E-05
40	22.19	15.88	5.6	1131.138	15.3626	14.96	0.4026	1.18642E-05
50	22.13	15.94	4.86	1075.545	13.6567	13.2755	0.3812	1.18142E-05
60	23.24	18.5	8.25	1548.59	27.2459	26.8409	0.405	8.71761E-06
70	22.18	18.42	9.52	1590.135	30.1062	29.6149	0.4913	1.02989E-05
80	20.99	19.22	9.63	1581.3	30.3138	29.8873	0.4265	8.99049E-06
90	22.08	15.77	5.52	1114.267	14.834	14.4059	0.4281	1.28066E-05
100	21.99	15.84	4.87	1065.107	13.165	12.8971	0.2679	8.38413E-06

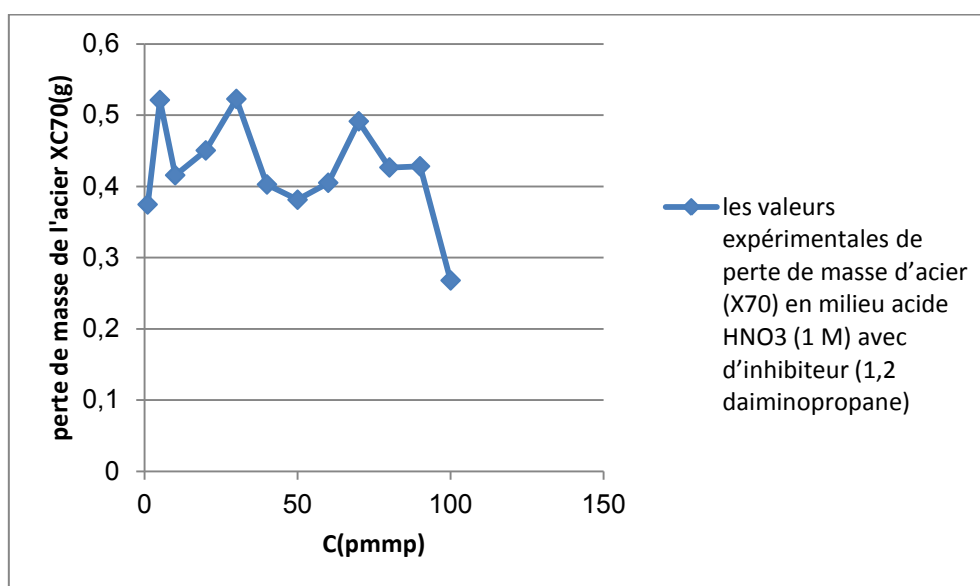


Figure (II.33) : évaluation de perte de masse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HNO_3 (1 M) à $T = T_{\text{ambient}}$

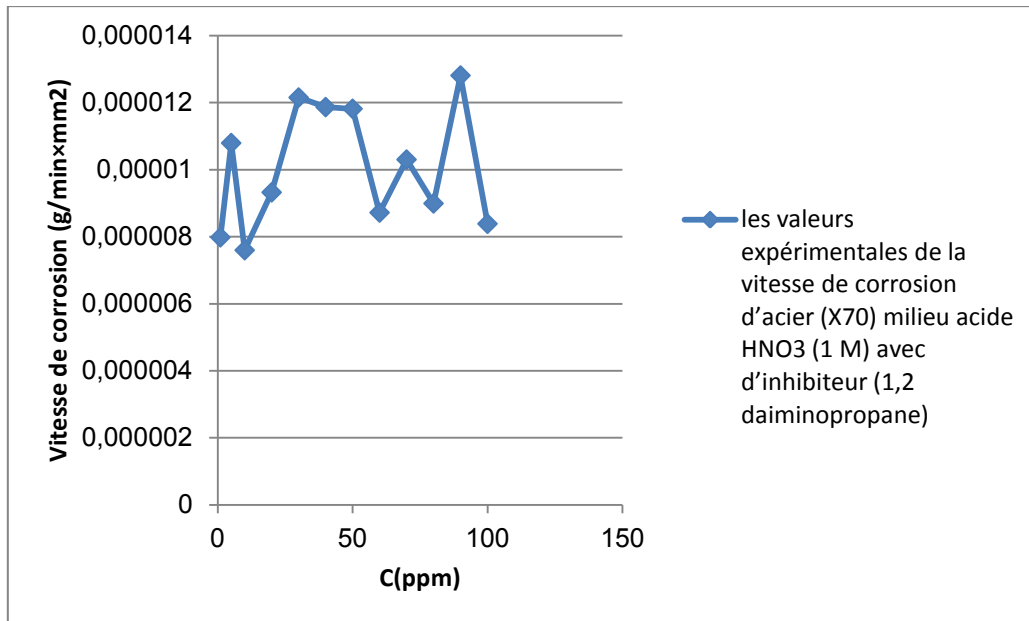


Figure (II.34): évaluation de la vitesse de corrosion en fonction de concentration de l'inhibiteur en milieu acide HNO₃ (1 M) à T = Tambient

D'après les résultats obtenus par la méthode pondérale (méthode de la perte de poids) dans le trio milieux corrosive H₂SO₄, HCl, HNO₃ avec inhibiteur (1,2diaminopropane), nous pouvons conclure que :

- ✓ La vitesse de corrosion est inversement proportionnelle à la concentration d'inhibiteur accru de telle sorte que plus je focalisation accrue vitesse, pour atteindre la valeur la plus faible (8.8408×10^{-9}) à concentration (10 ppm) à inhibiteur (1,2diaminopropane) dans la solution corrosive HCl.
- ✓ La vitesse de corrosion est inversement proportionnelle à la concentration d'inhibiteur accru de telle sorte que plus je focalisation accrue vitesse, pour atteindre la valeur la plus faible (8.61049×10^{-8}) à concentration (80 ppm) à inhibiteur (1,2diaminopropane) dans la solution corrosive H₂SO₄.
- ✓ Dans le milieu corrosive HNO₃ (1M), la vitesse de corrosion sans inhibiteur (4.3×10^{-6}) très faible par rapport avec la vitesse de corrosion avec inhibiteur 1,2diaminopropane (7.59×10^{-6})

***Conclusion
générale***

Conclusion générale :

Le présent travail a été consacré à l'étude de l'inhibition de la corrosion de l'acier X70 dans des milieux aqueux (H_2SO_4 0.5M, HCl 0.6M, HNO_3 1M) par 1,2diaminopropane et 1,2diaminophenyl. La démarche pour étudier les propriétés inhibitrices.

Dans ce mémoire est axé sur l'application de méthodes : méthode pondérale (méthode de la perte de poids), pour étudier inhibitrice de corrosion en milieu aqueux.

Cette méthode, appelée concerne la mesure de perte de masse et la vitesse de corrosion sans et avec inhibiteur.

On peut extraire les conclusions suivantes:

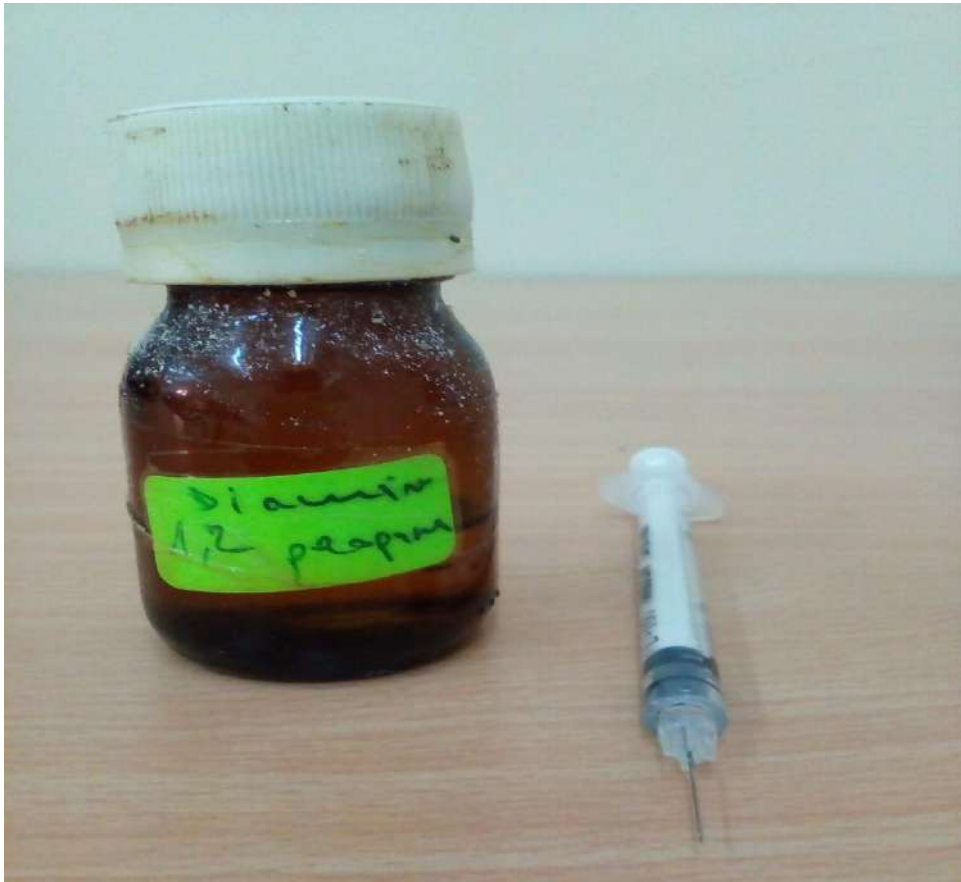
- ✓ Basse d'amine nous pouvons l'utiliser comme inhibiteur de corrosion .Il donné de protection Considérant à milieux.
- ✓ Le meilleur résultat d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) est enregistré à (20ppm) en milieux aqueuse HCl (1M).
- ✓ Le meilleur résultat d'inhibiteur (1,2diaminopropane) est enregistré à (10ppm) en milieux aqueuse HCl (1M).
- ✓ Le meilleur résultat d'inhibiteur (1,2diaminophenyl) est enregistré à (50ppm) en milieux aqueuse H_2SO_4 (0.5M).
- ✓ Le meilleur résultat d'inhibiteur (1,2diaminopropane) est enregistré à (80ppm) en milieux aqueuse H_2SO_4 (0.5M).
- ✓ L'influence sur la vitesse de corrosion est antagonique (augmentation de la vitesse de corrosion) dans le milieu corrosive HNO_3 (1M) pour les deux inhibiteurs.

*Références
bibliographiques*

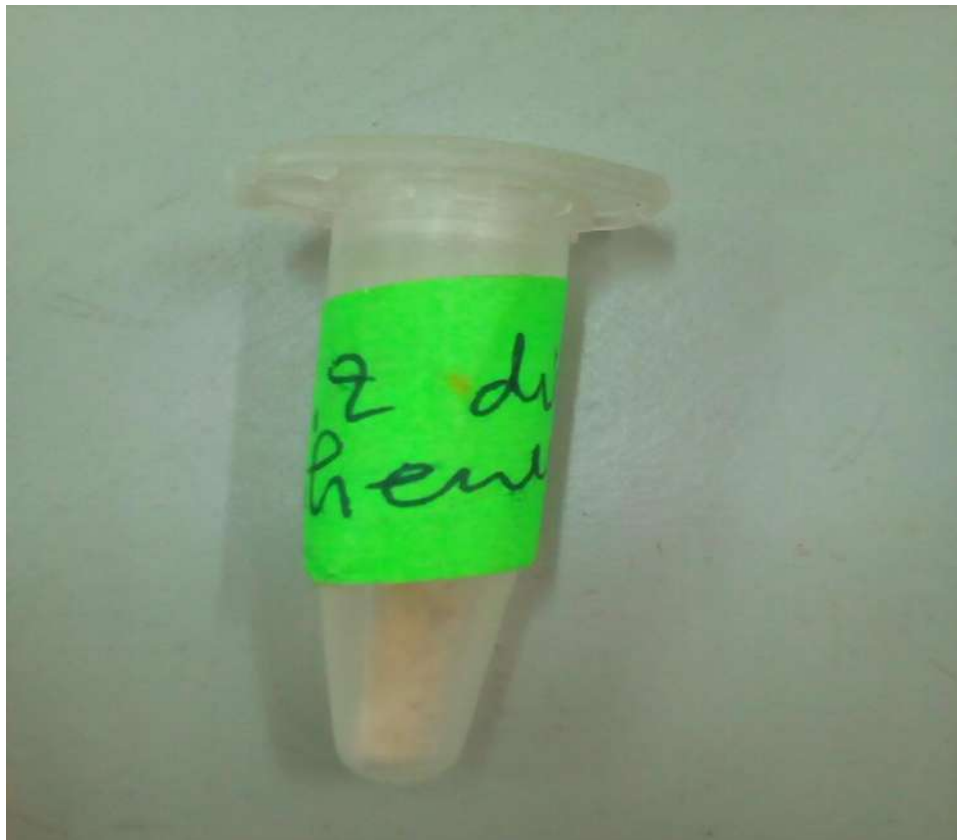
- [1]: Saouli. Z et Hadjadj. S(Etude d'effet inhibitrice de corrosion d'une série de ligand dérive du Salicylé aldéhyde) Mémoire de master, université kasdi Merbah Ouargla,2017.
- [2]: MERSELLAB. A et CHEMANI. H(Etude du pouvoir inhibiteur du Tryptophane et de la Proline sur la corrosion d'un acier doux.-Effets de température et de synergie.), thèse de master, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, 2017.
- [3]: BENAICHA. M et MESSAI. A (Etude l'effet inhibitrice de (N-mésitylimidazole) contre la corrosion d'acier (XC70) dans un milieu acide (H₂SO₄ 0.5 M) par la méthode de dosage volumétrique) Mémoire de master, université kasdi Merbah Ouargla, 2013.
- [4]: BABOURI. L(Etude de la résistance a la corrosion des alliages du cuivre en milieu salin) l'université de 20 Aout 1955 –Skikda, Mémoire de magister,2008.
- [5]: HABCHI .A (Etude de l'effet de la température sur la corrosion de l'acier XC52 en présence du sulfarlemet leur sel correspondant dans un milieu H₂SO₄ 20%) Mémoire de master, université kasdi Merbah Ouargla, 2013.
- [6]: NASRI. K et MAGRAOUI. S (Etude du pouvoir inhibiteur d'un composé organique synthétisé (Quinoxaline) vis-à-vis de la corrosion acide de l'acier) Mémoire de master, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, 2017.
- [7]: TOUHAMI .L (la corrosion et protection contre la corrosion) Mémoire de magister, université d'Ouargla, 2002.
- [8]: شربي . ر, دراسة مقارنة للفعل التثبيطي لبعض المركبات ثنائي ثيول الحلقي وثلاثي مثيل فيروسنيل امونيوم, جامعة ورقلة , 2005
- [9]: fabien miomandre, said sadri, pierre audebert, rachel meallet-renault,(2002),électrochimie ,des concepts aux applications ,dunod, paris, p 246,.....,p 255.
- [10]: <http://www.google.com/site/lanezsite>,14 Janvier 2009.
- [11]: Bechki. L, Influence des certains inhibiteurs organique et inorganique sur la corrosion électrochimique d'acier en milieu acide,Mémoire de ingénieur,centre université de Ouargla, (1998) p 02,p 11.

Annexes

Annexe 1 : Inhibiteur (1,2 diaminopropane)

















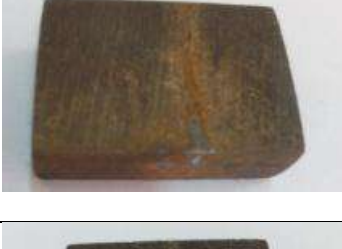



Annexe 2 : Inhibiteur (1,2diaminophenyl)


















Annexe 3 : La balance de marque « **RADWAG** » de type (AS 220 R2).



Annexe 4 : L'acier X70 après l'immersion en milieux aqueuse (HCl 1M, H₂SO₄ 0.5M, HNO₃ 1M) sans inhibiteur à déferente temps.

Milieux Temps (min)	(HCl 1M)	(H ₂ SO ₄ 0.5M)	(HNO ₃ 1M)
0			
30			
60			
90			
120			
150			

180	 A square metal sample with a mottled green and brown patina.	 A square metal sample with a dark, uniform patina.	 A rectangular metal sample with a dark, reddish-brown patina.
210	 A square metal sample with a dark green patina.	 A square metal sample with a dark, uniform patina.	 A rectangular metal sample with a dark, reddish-brown patina.
240	 A square metal sample with a mottled green and brown patina.	 A square metal sample with a dark, uniform patina.	 A rectangular metal sample with a dark, reddish-brown patina.
270	 A square metal sample with a mottled green and brown patina.	 A square metal sample with a dark, uniform patina.	 A rectangular metal sample with a dark, reddish-brown patina.
300	 A square metal sample with a mottled green and brown patina.	 A square metal sample with a dark, uniform patina.	 A rectangular metal sample with a dark, reddish-brown patina.