

III. Partie expérimentale

Dans ce chapitre, nous étudions l'effet du phénomène de corrosion des matériaux sur certaines propriétés mécaniques en effectuant une étude et une analyse des expériences possibles sur des échantillons (acier E24) selon la durée d'exposition des matériaux dans le bain de corrosion. Des essais mécaniques sont effectués avant et après pour déterminer l'effet de la corrosion des échantillons sur le changement des propriétés mécaniques

Il est présenté suivant deux parties :

A- Présentation du matériel utilisé et méthodes d'analyse.

B- Résultats et discussion.

A- Présentation du matériel utilisée et méthodes d'analyse :

III.1. Présentation du matériel utilisé :

III.1.1. Matériau utilise :

Le matériau utilise pour nos expériences est l'acier E24 (acier de construction métallique).

L'acier E24 (désignation selon la norme AFNOR : Association Française de Normalisation)

C'est un acier de construction mécanique, d'usage général avec une teneur en carbone ne dépassant pas 0.1%. C'est donc un acier hypoeutectoïde classé dans la catégorie des aciers doux. Selon la nouvelle désignation (EURONORME), l'acier E24 est désigné par S235 qui indique que c'est un acier de construction mécanique, Dont la valeur maximale de la limite d'élasticité ne dépasse pas 235 Mpa ou 24 kg/mm² soit en moyenne 24 daN/mm² (d'où la désignation E24 selon l'ancienne norme : 24 indiquant sa limite d'élasticité minimale en daN/mm²).

Cet acier a comme particularité une excellente conformation et soudabilité mais une mauvaise résistance à la corrosion.

▪ La Composition chimique de l'acier E24 :

La détection de la composition chimique de l'acier choisi est faite dans le laboratoire de mesure de MEI –Sonelgaz à moyen d'un spectromètre de type : SPECTRO de marque thermo- scientifique, la composition chimique de notre acier est donnée au-dessous (tableau III.1) et le reste est la proportion de fer qui se forme : Fe 98.298%

L'acier E 24		
Caractéristique Mécanique	Re [Mpa]	235
	Rm [Mpa]	945
Eléments d'alliage [%]	C	0.08
	Si	0.16
	Mn	0.61
	P	0.026
	S	0.035
	Cu	0.43
	Cr	0.12
	Ni	0.16
	V	0.002
	Mo	0.07
	N	0.0069
	Ti	0.0001
	Al	0.002

Tableau III.01 : Composition chimique et propriétés mécaniques de l'acier E24

III.1.2. Présentation de l'éprouvette usinée :

Nos éprouvettes sont utilisées selon de deux formes

- Cylindrique pour traction (fig.III.1.a)
- Carrée pour Résilience (fig.III.1.b)



Fig.III.1.a



Fig.III.1.b

Fig.III.1. Éprouvette utilisé

1) Éprouvette de traction :

Elle est obtenue après découpage par sciage à disque abrasif à l'aide d'un appareil de type Discotom-2 (Fig.III.2), disponible au sein du département mécanique.



Fig.III.2. Découpage a disque modèle Discotom-2

Nous coupons la pièce d'acier E24 :

✓ Pour traction : $L = 143 \text{ mm}$

Après le tournage à l'aide d'un tour universel modèle E3N-01, les dimensions d'échantillon sont données sur la (Fig.III.3)

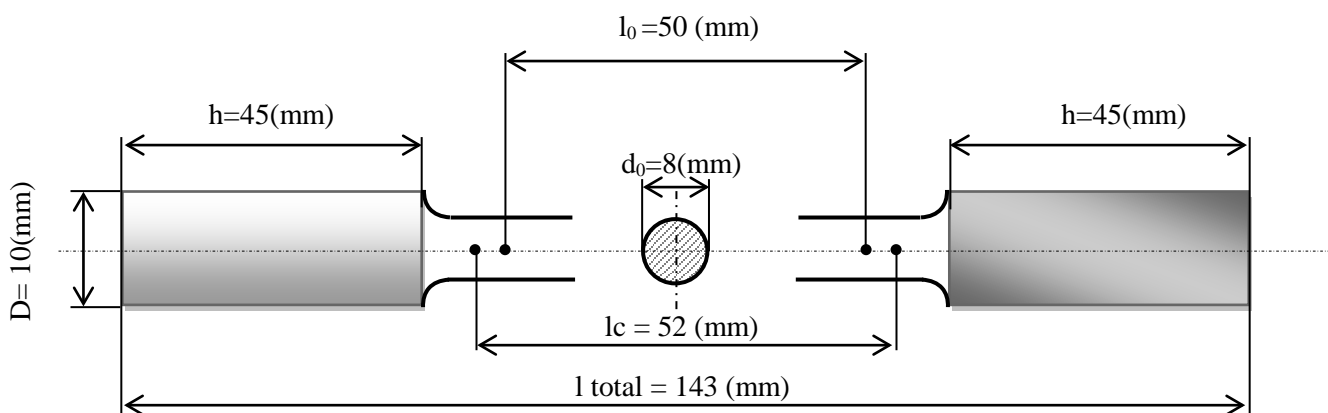


Fig.III.3 La géométrie des éprouvettes réalisées pour les essais de traction.

❖ Les Paramètres d'usinage :

- La vitesse de coupe V_c [mm/min]

La vitesse de coupe V_c : usinage à sec

Dans l'expérience, nous avons mis la vitesse de coupe égale à **28 [m/min]**

- **La vitesse de rotation N [tr/min]**

$$N(\text{tr/min}) = \frac{1000 \times V_c (\text{m/min})}{\pi D(\text{mm})}$$

Pour : $V_c = 28 \text{ m/min}$; $D = 10 \text{ mm}$

$$N = \frac{1000 \times 28}{3.14 \times 10} = 891.71 \approx \mathbf{900 \text{ tr/min}}$$

V_c : vitesse de coupe en (m/min).

D : diamètre en point d'usinage (mm).

N : vitesse de rotation de la broche (tr/min) ; $\pi = 3.14$

- **La vitesse d'avance V_f ou a [mm/tour]**

$$V_f (\text{mm/tour}) = f_z (\text{mm/tr}) \times N (\text{tr/min})$$

Nous mettons la vitesse d'avance (a) égale : **0.04 [mm/tour]**

- **Le mouvement de pénétration**

➤ 0.5 mm ; 1mm ; 1.5mm ; 2mm

2) Éprouvette de résilience :

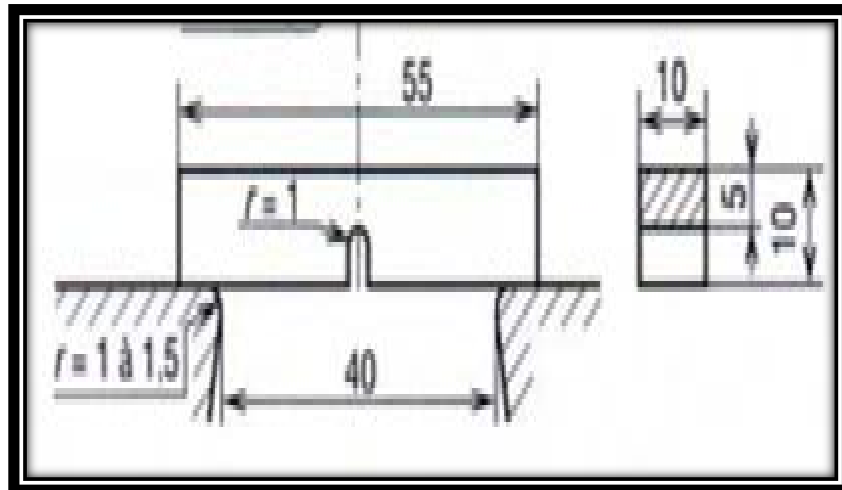


Fig.III.4. les dimensions des éprouvettes de résilience

Après découpage $L = 55 \text{ mm}$, nous effectuons la rainure en U avec une scie à chaîne de profondeur 5 mm.



Fig.III.5. Un taille le milieu de la pièce en forme de U

III.2. Les étapes de caractérisation:

III.2.1. Pour essai de traction :

- Découpage des éprouvettes suivant les dimensions désirées
- Usiner les éprouvettes au tour et Prendre tous Les paramètres de coupe
- Polissage des éprouvettes
- Après tournage contrôle de la rugosité
- Effectuer l'essai de traction pour des éprouvettes avant corrosion
- Mesure du poids (avant et après la corrosion)
- Les essais de corrosion :
 - Plonger les éprouvettes dans une solution corrosive (aqueuse de H_2SO_4) :
 1. Pendant 1h ; 2h ; 24 h ; 168 h
 2. Contrôler l'état de surface après chaque durée
 3. Effectuer les essais de traction sur les éprouvettes corrodées
 4. Prendre tous les paramètres après l'essai : σ ; $\varepsilon\%$

III.2.2. Pour essai de Résilience :

- Découpage des éprouvettes
- Polissage des éprouvettes
- Mesure du poids (avant et après la corrosion)
- Effectuer l'essai de Résilience pour des éprouvettes avant corrosion
- Les essais de corrosion :
 - Plonger les éprouvettes dans une solution corrosive (aqueuse de H_2SO_4) :
 1. Pendant 1h ; 2h ; 24 h ; 168 h
 2. Effectuer les essais de résilience sur les éprouvettes corrodées
 3. Prendre tous les paramètres après l'essai : θ_0 ; θ_1 ; h_0 ; h_1 ; w ; K_c

- **Mesure du poids :**

La mesure du poids des échantillons est réalisée par une balance électronique modèle KERN où la plus grande masse calculée par **360 g** pour les deux types d'éprouvette voir la (Fig.III.6)



Fig.III.6. Mesurer l'échantillon par balance électronique modèle KERN

La pesée est effectuée avant et après corrosion pour obtenir la perte de poids qui caractérise le phénomène de corrosion.

- **Contrôle de la rugosité :**

Avant de Plonger les éprouvettes dans la solution corrosive (aqueuse de H_2SO_4); Nous mesurons les critères de rugosité (état de surface) R_a ; R_z ; R_{max} Pour chaque échantillon d'essai de traction elle s'effectue à l'aide d'un appareil modèle surfest-4



Fig.III.7. Contrôle de la rugosité

▪ **Effectuer l'essai de traction pour des éprouvettes :**

La machine utilisée est une presse universelle de notre département de mécanique dont la charge maximale est 50 kN :

Ils ont été réalisés au laboratoire de génie mécanique de **l'université de Msila** sur une machine d'essai de matériaux, modèle **WP 310** qui fonctionne selon les conditions suivantes :

Conditions de la machine :

Dimensions

L×I×h :	1000 × 750 × 1740 mm
Espace de montage :	925 × 300 mm
Poids :	280 kg
Alimentation électrique :	230 VAC / 50 Hz

Génération de la force de teste : hydraulique

Force d'essai max :	± 50 kN
Course max du piston :	150 mm
Surface du piston :	3436 mm ²
Pression max du système :	175 bar
Vitesse de déplacement, réglable :	0 – 425 mm/min
Force d'essai, réglable :	0 – 50 kN
Puissance motrice :	0,55 kW
Quantité de remplissage :	6 litres
Type d'huile classe de viscosité :	ISO 32

Transducteur de force

Principe de mesure :	Jauges de contrainte en pont intégral
Plage de mesure :	50 kN
Surcharge max :	150 %

Capteur de déplacement

Principe de mesure :	Potentiomètre linéaire
Plage de mesure :	0 – 150 mm

Affichage numérique pour la force et le déplacement

Affichage :	LED, 6 positions, 14,2 mm
Fréquence de répétition des mesures :	2,5 1/s
Résolution :	40000 pas
Fonctions spéciales :	Tare, alarme, mémoire de valeur maximale
Interface :	Série, RS232
Vitesse de transmission :	1200 bauds
Protocole :	Impair, 7 bits de données, 1 bit d'arrêt
Fiche, face arrière :	SUB-D 25

Logement pour têtes de serrage et accessoires

Cylindrique :	Ø 30 × 40 mm
Boulon de liaison :	Ø 12 mm

Têtes de serrage à coins

Capacité de serrage pour éprouvettes rondes :	Diamètre 5 – 15 mm
Capacité de serrage pour éprouvettes plates :	Epaisseur 0 – 10 mm
Force d'essai max:	50 kN



Fig.III.8. La machine d'essai de traction modèle WP 310

▪ **Effectuer l'essai de Résilience pour des éprouvettes :**

La résilience est réalisé à l'aide du Mouton pendule Charpy de capacité 300J

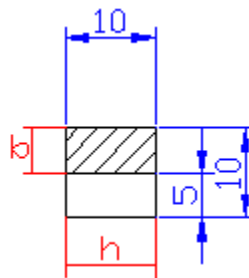
L'énergie absorbée par l'éprouvette (W) est égale à la différence des énergies potentielles du pendule entre le départ (W0) et l'arrivée (W1). Soit l le rayon de pendule. On a donc:

$$W_0 = mg.h_0 \quad W_1 = mg.h_1 \quad W = mg. (h_0 - h_1) \text{ Avec:}$$

$$h_0 = L (1 - \cos\theta_0) \quad \text{et} \quad h_1 = L (1 - \cos\theta_1)$$

Pour connaître la résistance au choc Charpy (ou résilience), dans le cas d'une éprouvette entaillée, on utilise l'équation :

$$K = \frac{W}{h.b}$$



AVEC :

W : l'énergie absorbée par l'éprouvette en Joules

h : l'épaisseur de l'éprouvette en millimètres

b : la largeur restante ou ligament de l'éprouvette exprimé en millimètres.

On a fait des essais sur d'éprouvette de même taille avec entaille U de matière acier E24.

Longueur du marteau Charpy L = 800 mm ;

Poids du marteau Charpy P= 20 kg

La section de l'échantillon b x h = 5x10 = 50 mm², g=10m/s²

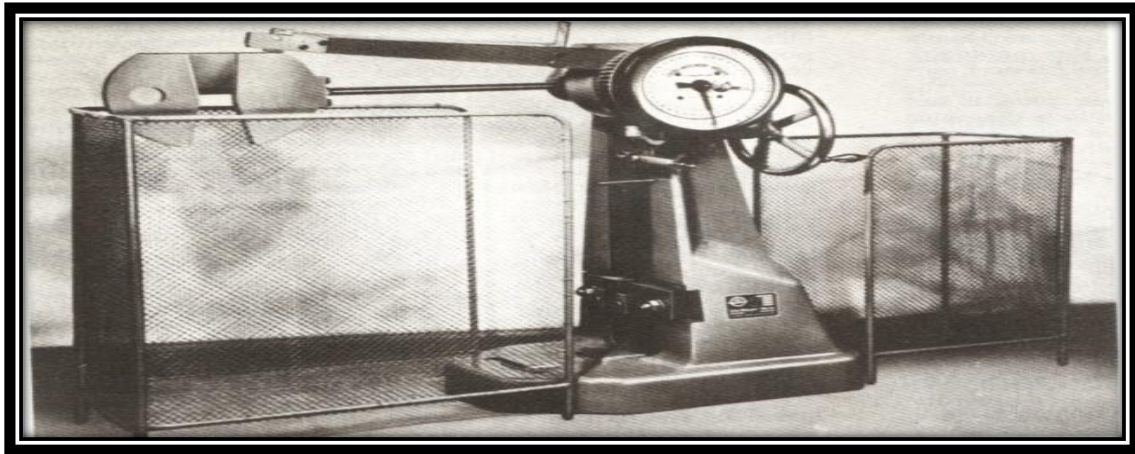


Fig.III.9. Mouton pendule Charpy de capacité 300J

▪ **Les essais de corrosion :**

Plonger les éprouvettes dans une solution corrosive (aqueuse de H_2SO_4) pendant 1h ; 2h ; 24 h ; 168 h et nous mesurons la température et le pH dans toutes les périodes possibles :

▪ **Matériaux utilise:**

- ✓ Le thermomètre (a)
- ✓ 120 ml de la solution H_2SO_4 (2N) (b)
- ✓ PH du papier (c)
- ✓ Eau distillée (d)
- ✓ Un bol de céramique (e)
- ✓ Séchoir (f)
- ✓ Microscope optique (g)

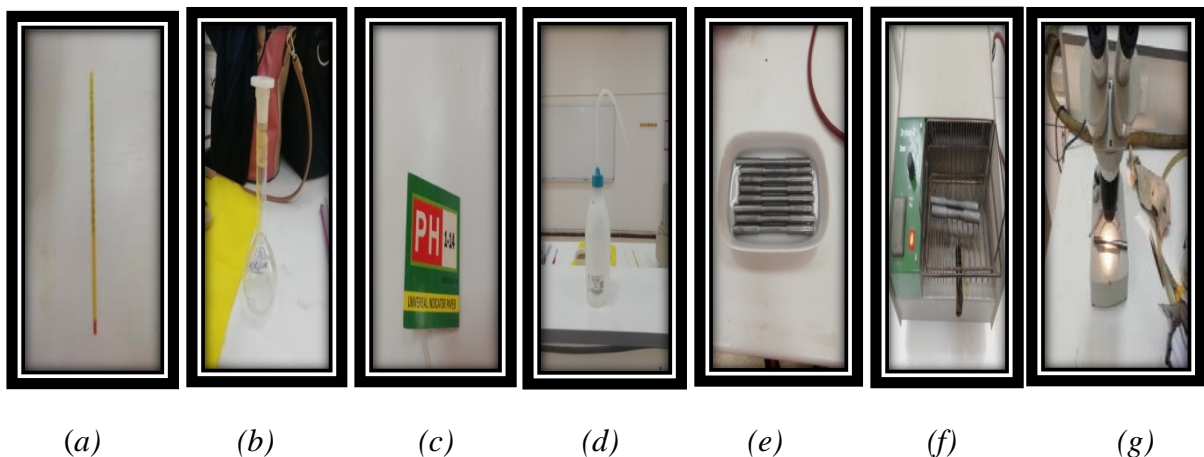


Figure III.10. Matériel d'expérimentation

▪ **La Méthode de préparation :**

1. Nous l'avons et nettoyons un bol de céramique avec de l'eau distillée pour éliminer les impuretés.
2. Nous mettons 120 ml de solution d'acide sulfurique dans le bassin.
3. Nous plaçons les échantillons de traction et de résilience dans la solution H_2SO_4 .
4. Nous mesurons la température et le PH à chaque période 1h, 2h, 24h, 168h.
5. Nous nettoyons les échantillons avec de l'eau distillée pour éliminer les dépôts et les séchons à chaque fois.
6. Nous observons au microscope optique de type AR-ZOOM à chaque période.

B- Résultats et discussion :

1) Essai de traction :

a) Influence de la corrosion sur la rugosité :

Avant la corrosion nous contrôlons l'état de surfaces des éprouvettes de traction par des mesures de rugosité sur la surface active obtenons les valeurs données sur le **Tableau III.02**

Il faut Calculer la valeur moyenne de chaque R_a ; R_z ; R_{max}

N°: Des échantillons	R_a (μm)	R_z (μm)	R_{max} (μm)
1	0.6	2.9	8.4
2	0.33	2.5	5.6
3	0.43	5.03	6.8
4	0.4	3.5	4.6
5	0.5	3.6	7.5
6	0.3	2.1	4.3
7	0.6	4.4	8
8	0.2	2.5	3.8
9	0.4	3.9	6.7
10	0.7	6.4	12.16

Tableau III.02 : les valeurs moyenne de rugosité (R_a) ;(R_z) ;(R_{max}) avant la corrosion

Après la corrosion nous obtenons les valeurs données sur le **Tableau III.03**

Il faut Calcul de la valeur moyenne de chaque R_a ; R_z ; R_{max}

Périodes d'oxydation	N°: Des échantillons	Ra (μm)	Rz (μm)	Rmax (μm)
Normal (avant la corrosion)	1	0.6	2.9	8.4
	2	0.33	2.5	5.6
1 h	3	1.2	7.9	15.8
	4	1.4	11.6	19.9
2 h	5	2.6	14.7	29.3
	6	2.3	14.1	35.5
24 h	7	4.4	27.3	43.03
	8	4.4	17.1	28.56
168 h	9	7.6	33.56	48.66
	10	6.5	27.5	42.03

Tableau III.03 : les valeurs moyenne de rugosité (Ra) ;(Rz) ;(Rmax) après la corrosion

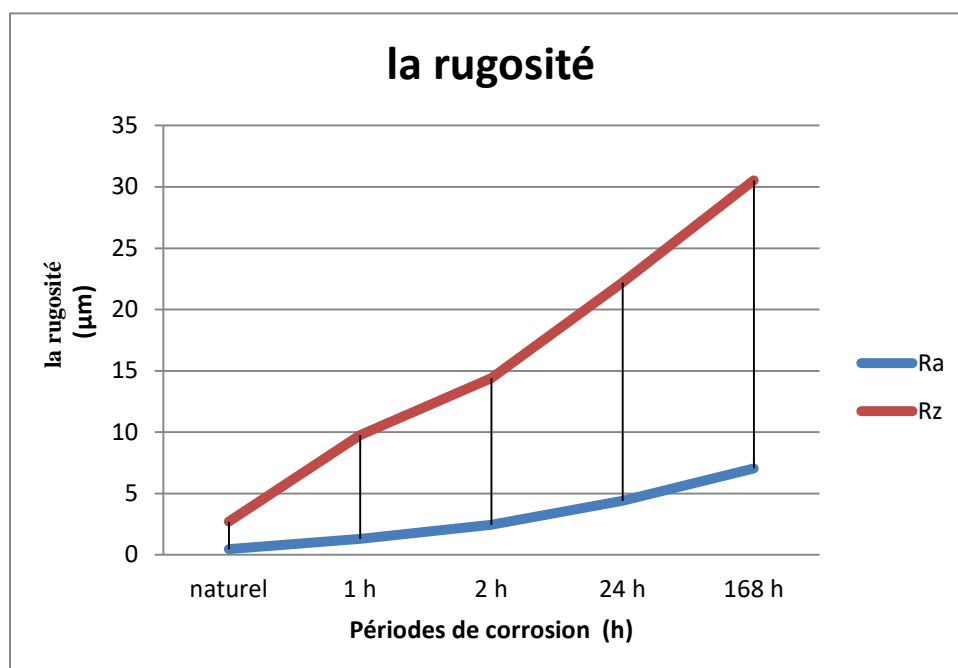


Figure III.11.variation de la rugosité (Ra) et (Rz) en fonction de périodes de corrosion (h)

Nous remarquons sur ce graphe une évolution bien lisible de la rugosité en fonction de Périodes de corrosion en effet pour une durée de plongée des éprouvettes dans le bain de corrosion de 1heure, Ra = 1.3(μm) puis elle augmente légèrement après 2 heures d'exposition et continue d'augmenter avec la durée de plongée dans la solution aqueuse la même chose et observée pour le paramètre Rz, les surfaces sont très rugueuses.

b) Influence de la perte de poids sur rugosité :

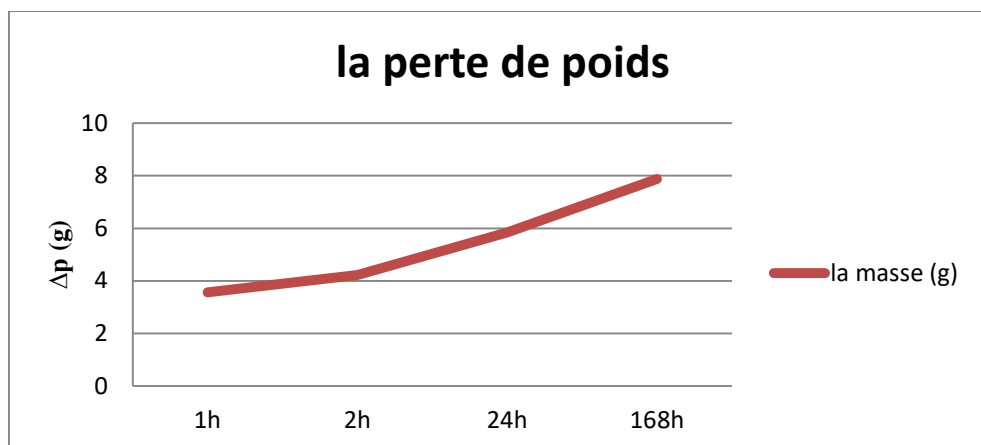
Périodes d'oxydation	N°: Des échantillons	La masse (g) (avant la corrosion) P1	La masse (g) (après la corrosion) P2	Δp (g)	La masse (g) Valeurs moyennes Δp (g)
Normal (avant la corrosion)	1	75.78	75.78	0	0
	2	71.22	71.22	0	
1 h	3	75.07	72.01	3.06	3.56
	4	76.87	72.81	4.06	
2 h	5	77.37	71.14	6.23	4.22
	6	73.22	71.01	2.21	
24 h	7	69.86	62.00	7.86	5.84
	8	75.40	71.58	3.82	
168 h	9	73.68	66.83	6.85	7.88
	10	78.03	69.12	8.91	

Tableau III.04 : les valeurs des poids avant et après la corrosion

Résumé des résultats Expérience précédente dans le tableau suivant :

N°: Des échantillons	Δp_{moy} (g)	T ₁ (c°)	T ₂ (c°)	PH ₁	PH ₂
1 h	3.56	24	22	2	2
		24	22	2	2
2 h	4.22	22	22	2	2
		22	22	2	2
24 h	5.84	23	23	5	5
		23	23	5	5
168 h	7.88	21	21	5	5
		21	21	5	5

Tableau III.05 : les valeurs de la température, de pH et la perte de masse moyenne de chaque échantillon avant et après corrosion

Figure III.12. variation de poids Δp (g) en fonction de Périodes de corrosion (h)

Nous remarquons sur ce graphe que la perte de masse augment avec la durée d'exposition des éprouvettes de tractions dans le bain de corrosion pour une durée supérieure à 2heures l'augmentation de la perte de masse est bien montrée la température reste inchangée pour tous les période mais le PH de la solution a change de 2 à 5.

c) **Influence de la corrosion sur la résistance mécanique du matériau :**

✓ **Avant la corrosion :**



Fig III.13. Échantillon d'essai de traction

Essai de traction effectué sur les éprouvettes non corrodées a donné les résultants sur les graphes donnés sur les **Fig III.14:**

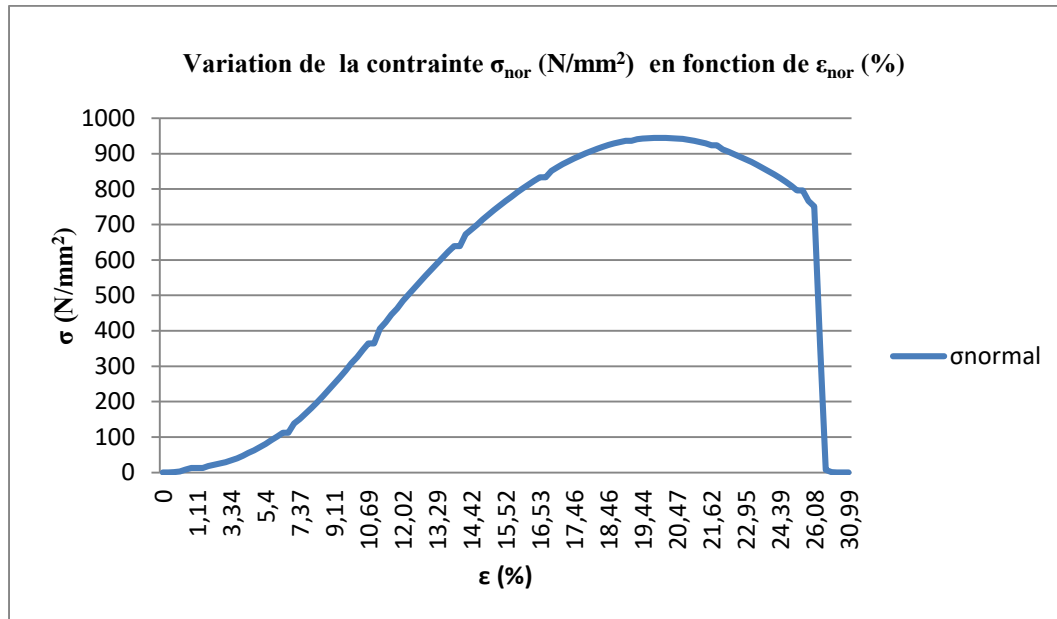


Fig III.14. Variation de la contrainte σ (N/mm²) en fonction de ε (%) Normal

Nous remarquons sur ce graphe Variation de σ_{normal} en fonction de ε (%) montre que la rupture s'effectue pour une valeur de $\sigma_{\text{max}} = 944,44 \text{ N/mm}^2$, pour un allongement

$$\varepsilon (\%) = 19,95 \%$$

✓ **Après la corrosion :**

Nous remarquons que la couleur de la surface de l'échantillon exposé pendant 1h et 2h devient noire (Voir Fig.III.15)



Fig.III.15. L'échantillon de traction Après 1h et 2h

Après 24 h nous remarquons qu'il y a une réaction chimique entre l'acide sulfurique H_2SO_4 et l'échantillon d'acier E24 indiquée par la couleur de la solution qui est devenue jaune. (Voir Fig.III.16)



Fig.III.16. L'échantillon de traction Après 24 h

Après 168 h nous observons une oxydation presque complète de l'échantillon de traction et changement de la couleur de la solution en Marron à cause de l'attaque chimique. (Voir Fig.III.17)



Fig.III.17. L'échantillon de traction Après 168 h

- Les essais de traction après corrosion a donné les valeurs suivant :

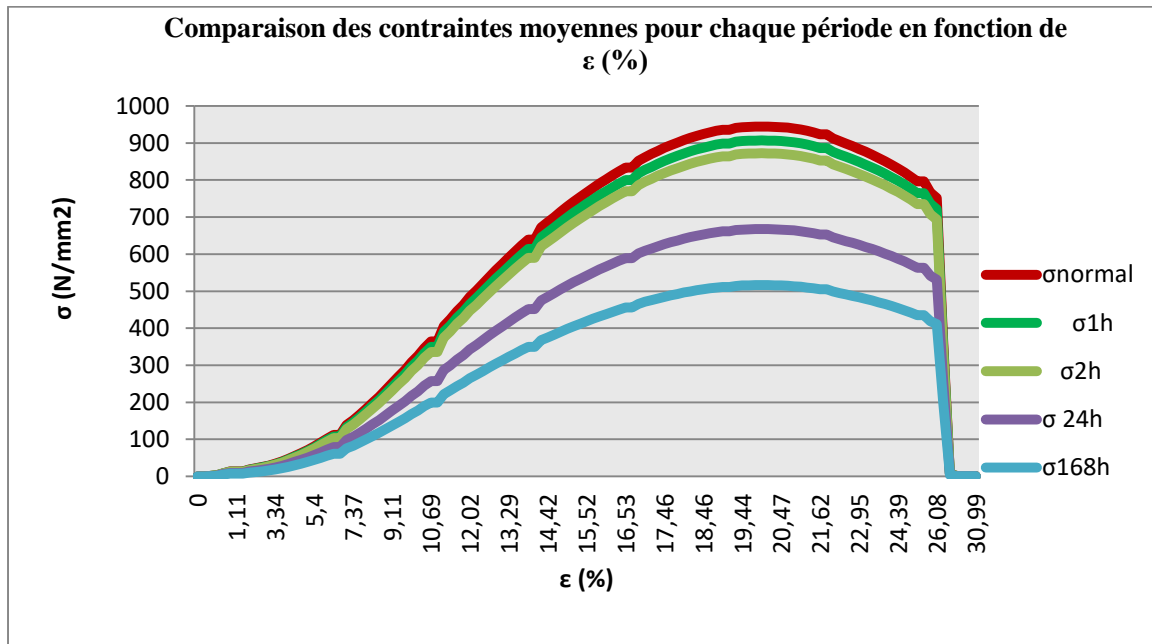
Résumer les valeurs moyennes calculées σ_{moy} dans le tableau suivant :

$$\sigma = \frac{F}{S_0} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l_0 \times 100}{l_0} [\%]$$

$$S_0 = \pi \cdot d_0^2 / 4$$

$$d_0=8\text{mm} ; l_0=50\text{mm} \quad \text{alors : } S_0 = 3.14 \cdot (8)^2 / 4 = 50.24 \text{ mm}^2$$

Tableau III.06 : les valeurs des contraintes $\sigma_{\text{normal}} ; 1\text{h} ; 2\text{h} ; 24\text{h} ; 168\text{h}$ moyenFig.III.18. Variation de la contrainte $\sigma_{1\text{h} ; 2\text{h} ; 24\text{h} ; 168\text{h}}$ moyen (N/mm²) en fonction de ϵ (%)

Nous remarquons sur ce graphe la variation de $\sigma_{\text{normal}} ; 1\text{h} ; 2\text{h} ; 24\text{h} ; 168\text{h}$ en fonction de ϵ (%) Montre l'effet de la corrosion sur les changements de contraintes au fur et à mesure que nous augmentons le temps de corrosion la contrainte diminue, les courbes gardent la même allure mais les valeurs changent légèrement.

$$\sigma_{\text{normal}} > \sigma_{1\text{h}} > \sigma_{2\text{h}} > \sigma_{24\text{h}} > \sigma_{168\text{h}}$$

Périodes de corrosion (h)	σ_{max} (N/mm²)	Δp (g)
1h	906.84	3.56
2h	872.12	4.22
24h	667.64	5.84
168h	516.31	7.88

Tableau III.07 : les valeurs des contraintes σ_{max} et $\Delta p(\text{g})$ de chaque période

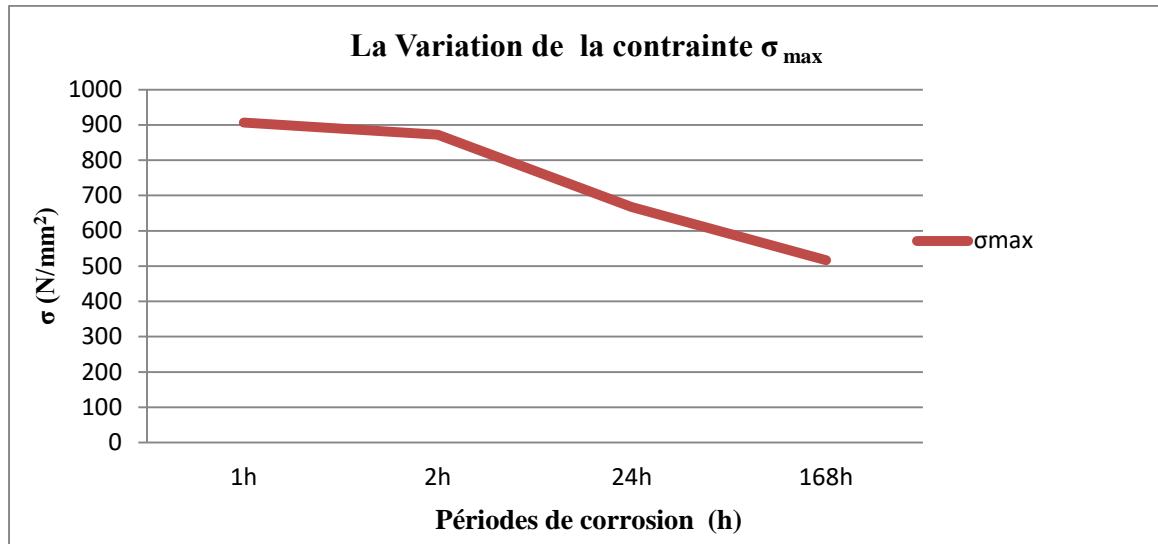


Fig.III.19. Variation de la contrainte σ_{\max} (N/mm²) en fonction de périodes de corrosion (h)

Nous remarquons sur ce graphe de variation de σ_{\max} en fonction de périodes de corrosion l'effet du temps de corrosion sur la contrainte maximale. On remarque que la contrainte a diminué à mesure que le temps de corrosion augmente, cela peut être expliqué par le fait que le matériau est devenu plus fragile.

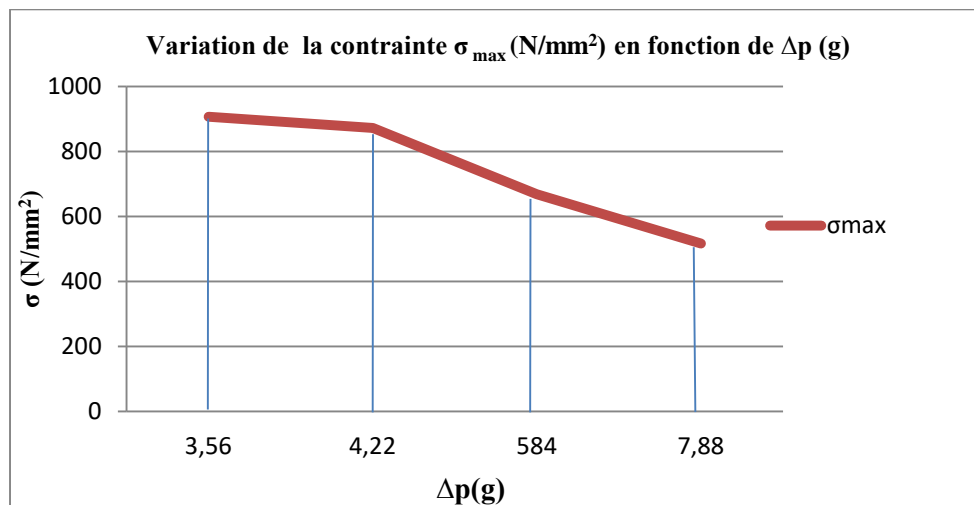


Fig.III.20. Variation de la contrainte σ_{\max} (N/mm²) en fonction de Δp (g)

La corrosion des éprouvettes est caractérisée par la perte de poids provoquant une diminution de la résistance à la rupture du matériau, ce que montre la **Figure III.20**.

Où nous observons que la relation entre la perte de masse et la contrainte est bien évidente. En effet, plus la perte de masse est élevée, le matériau devient plus fragile et la contrainte maximale est diminuée.

2) Essai de Résilience :

a) Influence de la perte de poids :

Périodes d'oxydation	N°: Des échantillons	La masse (g) (avant la corrosion) P1	La masse (g) (après la corrosion) P2	Δp (g)	La masse (g) Valeurs moyennes Δp (g)
Normal (avant la corrosion)	1	43.02	43.02	0	0
	2	42.60	42.60	0	
	3	42.37	42.37	0	
1 h	4	43.36	42.29	1.07	1.07
	5	43.09	42.01	1.08	
	6	42.58	41.52	1.06	
2 h	7	41.87	40.68	1.19	1.15
	8	41.47	40.33	1.14	
	9	42.73	41.59	1.14	
24 h	10	42.03	40.15	1.88	1.66
	11	42.78	41.13	1.65	
	12	42.72	41.25	1.47	
168 h	13	43.13	39.5	3.63	3.69
	14	43.32	39.45	3.87	
	15	43.48	39.9	3.58	

Tableau III.08 : les valeurs les poids avant et après la corrosion

Résumé des résultats Expérience précédente dans le tableau suivant :

N°: Des échantillons	Δp_{moy} (g)	T ₁ (c°)	T ₂ (c°)	PH ₁	PH ₂
1 h	1.07	23	22	1	1
		23	22	1	1
		23	22	1	1
2 h	1.15	23	23	2	2
		23	23	2	2
		23	23	2	2
24 h	1.66	21	21	5	5
		21	21	5	5
		21	21	5	5
168 h	3.69	21	21	5	5
		21	21	5	5
		21	21	5	5

Tableau III.09 : les valeurs de la température, de pH et la perte de masse moyenne de chaque échantillon avant et après corrosion

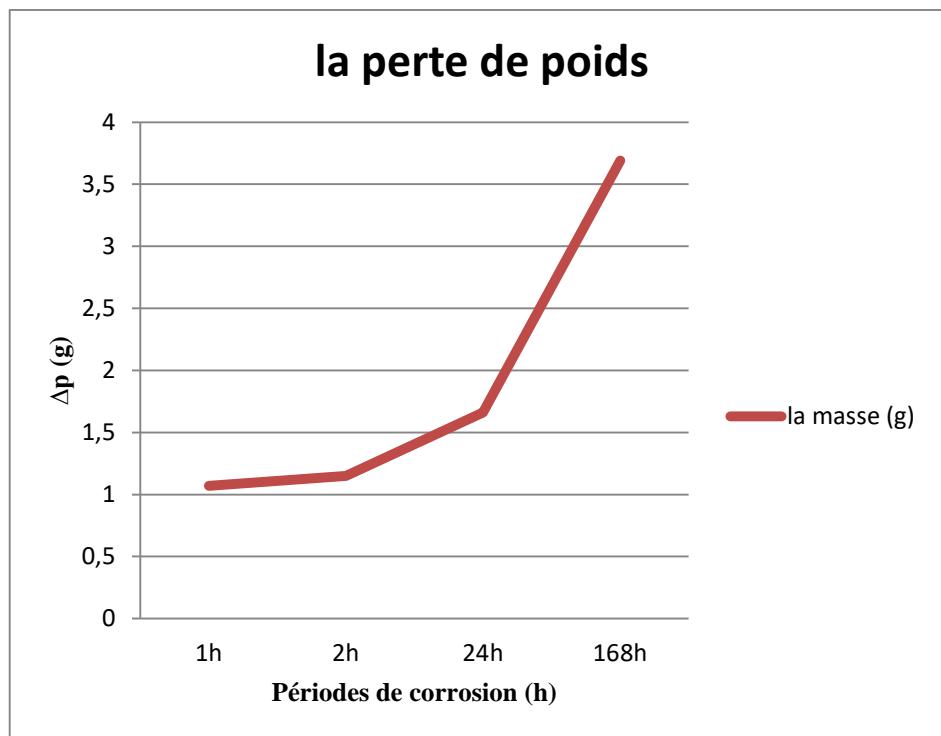


Fig.III.21. variation de poids $\Delta p(g)$ en fonction de Périodes de corrosion (h)

Nous observons sur ce graphe que la perte de masse augmente avec la durée d'exposition des éprouvettes de résilience dans la solution de corrosion pour une durée supérieure à 2 heures. L'augmentation de la perte de masse est bien lisible la température reste inchangée pour toutes les périodes mais le PH de la solution a varié de 1 à 5.

b) Influence de la corrosion sur la résilience du matériau :

✓ **Avant la corrosion :**

Essai de résilience effectué sur les éprouvettes non corrodées a donné les résultats sur les tableaux donnés (Tableau III.10):

• **pour l'acier E24 normal entaillé en U :**

N°: Des échantillons	θ_0 (°)	θ_1 (°)	h_0 (mm)	h_1 (mm)	W(J)	K (J/cm ²)
Eprouvette01	160	144	1550	1447.21	20.55	41.1
Eprouvette02	160	151	1550	1499.69	10.06	20.12
Eprouvette03	160	148	1550	1478.43	14.31	28.62
Valeurs moyennes	160	147.66	1550	1475.11	14.97	29.94

Tableau III.10 : les valeurs moyennes des échantillons résilience normale



Fig.III.22. Préparation Des échantillons

✓ Après la corrosion :

La couleur de la surface de l'échantillon exposé pendant 1h et 2h devient noire (Voir Fig.III.23)

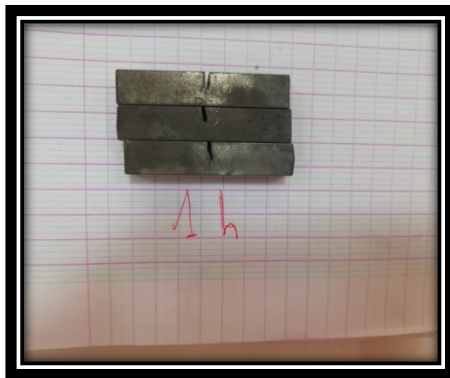


Fig.III.23. L'échantillon de Résilience Après 1h et 2h

On constate qu'il y a une réaction chimique entre l'acide sulfurique H_2SO_4 et l'échantillon de résilience indiquée par la couleur du la solution qui est devenue jaune clair. (Voir Fig.III.24)

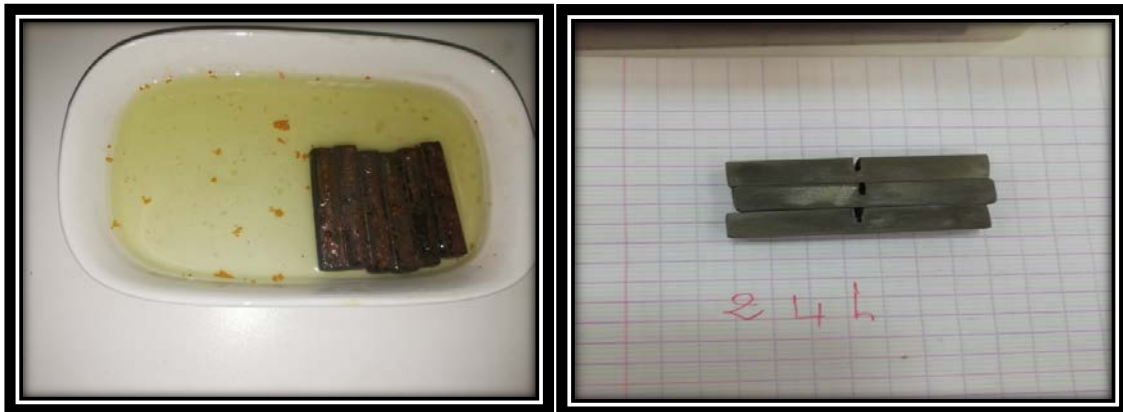


Fig.III.24. L'échantillon de Résilience Après 24h

Nous observons une oxydation presque complète de l'échantillon de résilience et change la couleur de la solution en Marron à cause de l'attaque chimique exprimé par la dégradation du matériau. (Voir Fig.III.25)

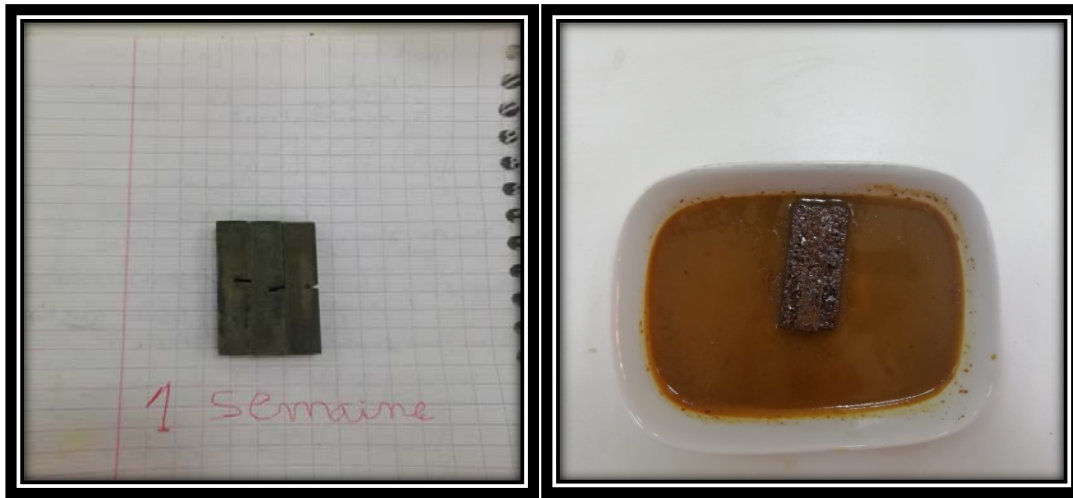


Fig.III.25. L'échantillon de Résilience Après 168h

- Les essais de Résilience après corrosion a donné les valeurs suivant :
Résumer les valeurs moyennes calculées $K_{c_{moy}}$ dans le tableau suivant :

Périodes de corrosion (h)	K_c (J/cm ²)
1h	30.09
2h	33.14
24h	39.06
168h	50.45

Tableau III.11 : les valeurs moyennes de K_c après chaque période de corrosion

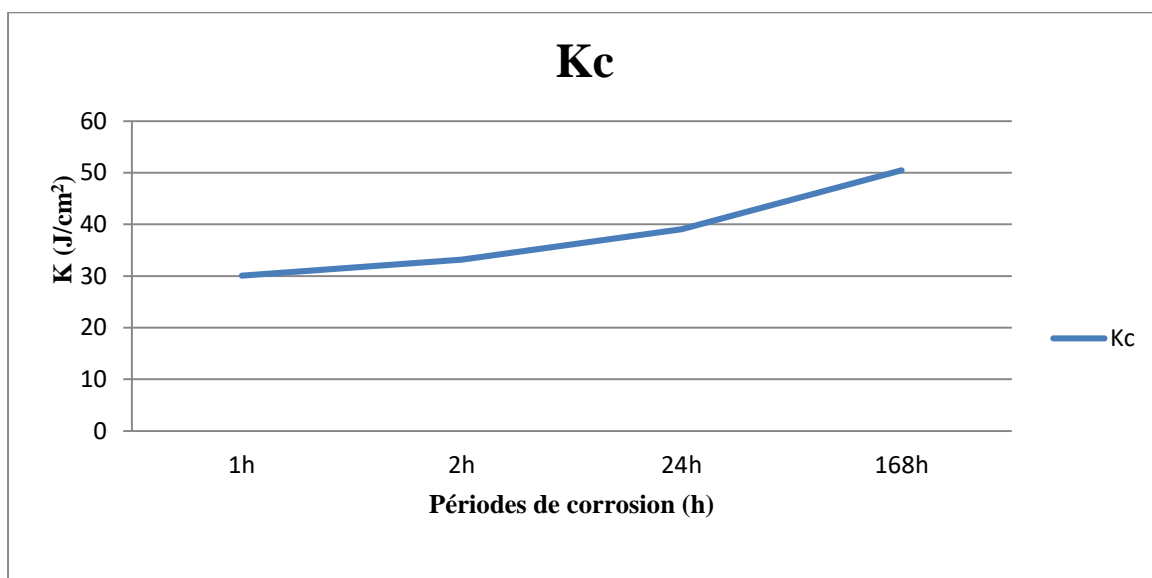


Fig.III.26. variation de constant K (J/cm²) en fonction de Périodes de corrosion (h)

Nous remarquons sur ce graphe la variation de K_c (J/cm^2) en fonction de la période de corrosion (h): exprimant que plus la durée de la corrosion augmente plus k_c est élevé à partir de la période [1h-2h], et continue légèrement d'augmenter à partir de la période [2h-168 h].

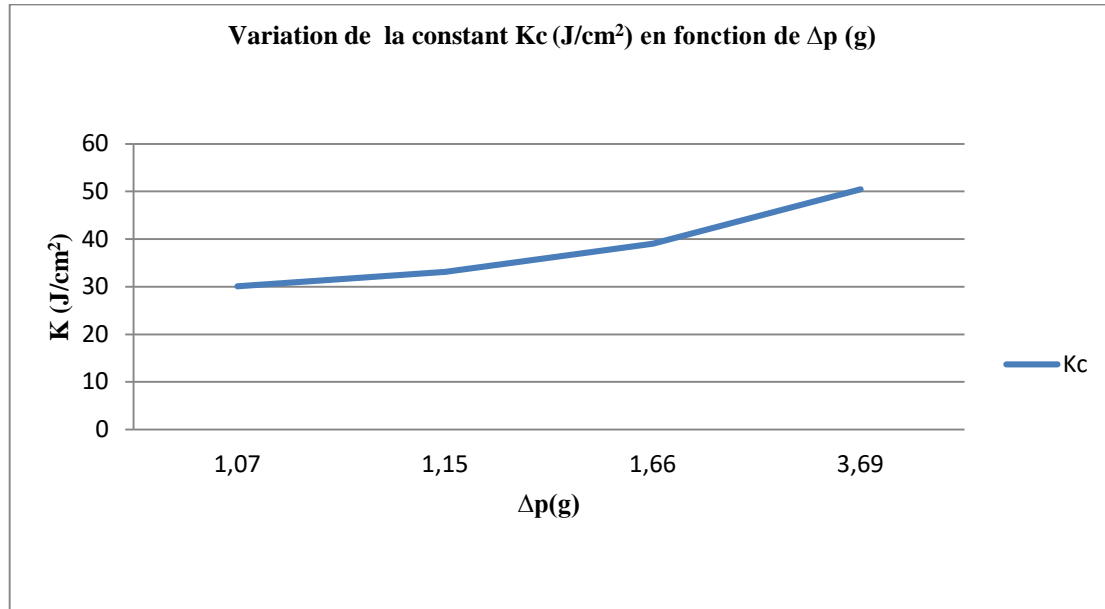


Fig.III.27. variation de constant K (J/cm^2) en fonction de Δp (g)

Nous observons sur ce graphe la relation entre la perte de masse et la résilience k_c :

- Plus la perte de masse est élevée, plus k_c est élevée [1.07 - 1.15],
- Après 2h d'exposition elle augmente légèrement [1.15 – 3.69].

▪ **Observation microscopique :**

Nous observons au microscope optique pour voir si la surface de la microstructure a été modifiée avec différentes périodes de corrosion.

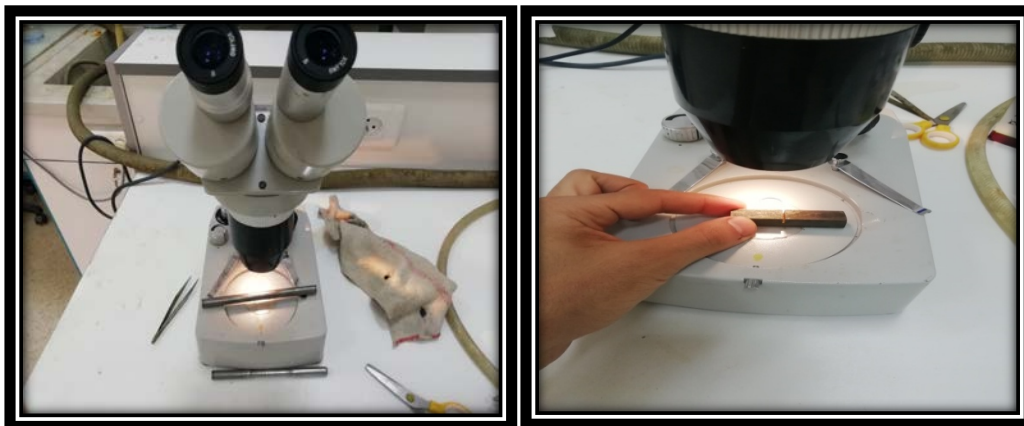


Fig.III.28. Observation au microscope optique type AR-ZOOM de l'échantillon de traction et Résilience

- Le résultat obtenu de l'observation microscopique :
 - Avant la corrosion :

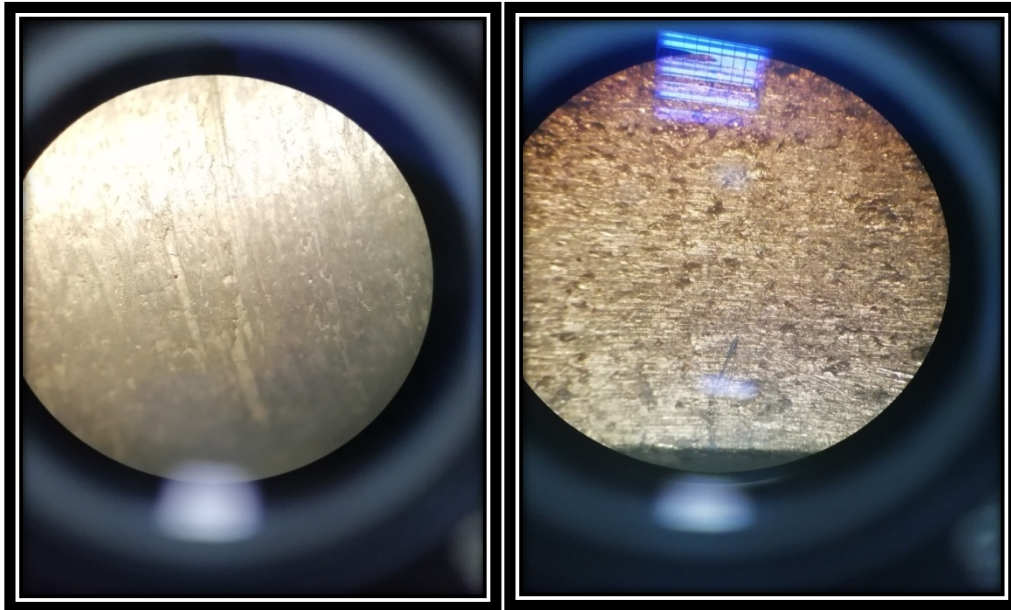


Fig.III.29. Micrographie (grossissement 4x) de l'échantillon de traction et Résilience

(Avant la corrosion)

La Figure.III.29 : illustre le côté homogène de la microstructure de l'échantillon brut avant corrosion: on constate que la structure est lisse et non endommagée et présente quelques rayures à sa surface.

Après la corrosion :

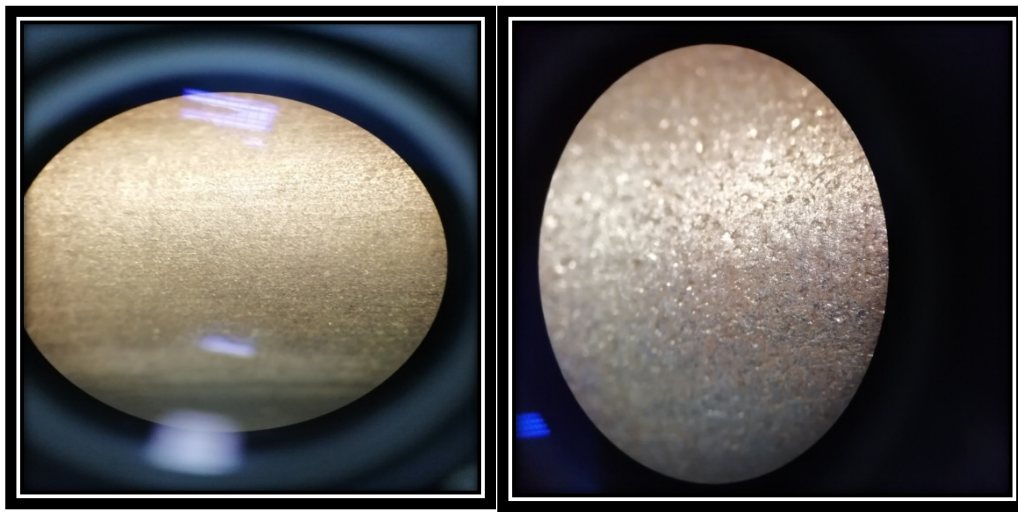


Fig.III.30. Micrographie (grossissement 4x) de l'échantillon de traction et Résilience

(Après 1h)

LaFigure.III.30 : montre la structure microscopique de l'échantillon après corrosion1h : on observe une structure légèrement noircie et avec quelques piqures à sa surface.

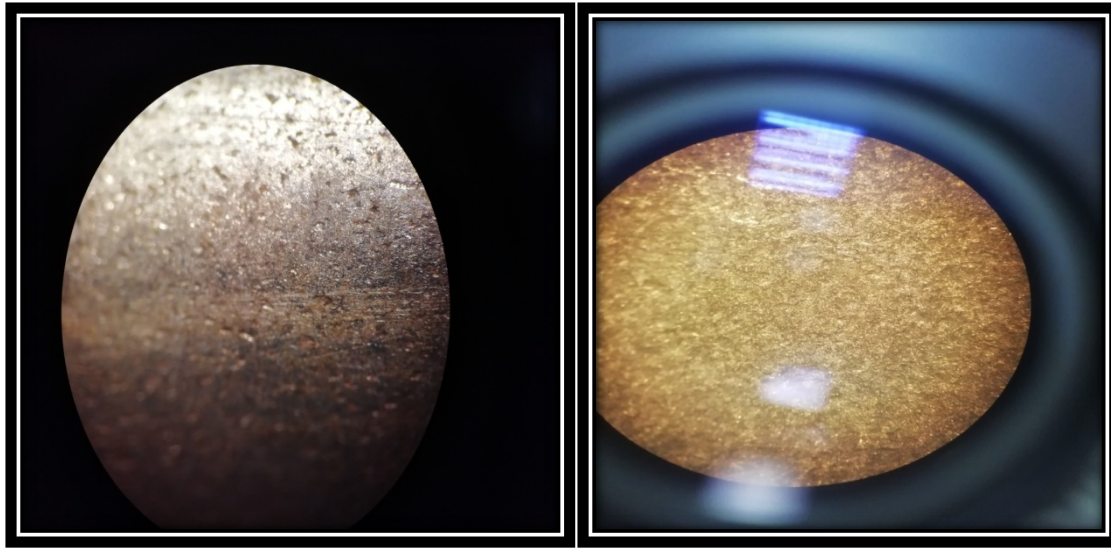


Fig.III.31. Micrographie (grossissement 4x) de l'échantillon de traction et Résilience

(Après 2h)

LaFigure.III.31 : montre la structure microscopique de l'échantillon après corrosion 2h: on remarque que la structure est très noircie, légèrement oxydée et que des piqures se sont à sa surface.

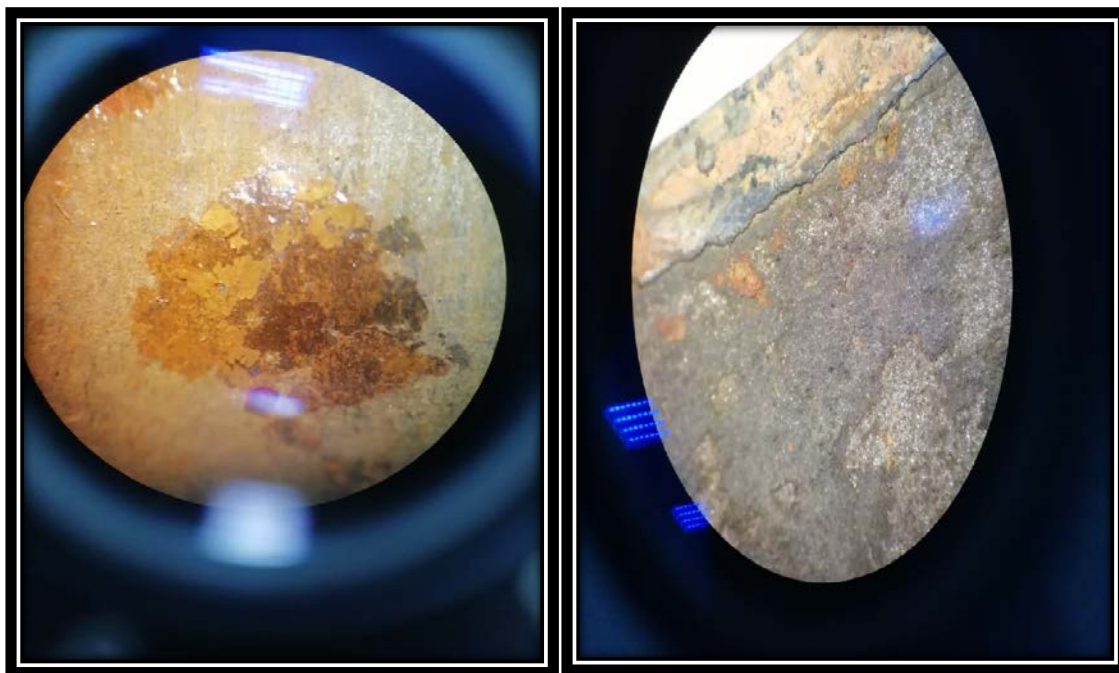


Fig.III.32. Micrographie (grossissement 4x) de l'échantillon de traction et Résilience

(Après 24h)

LaFigure.III.32 : montre la structure microscopique de l'échantillon après corrosion 24h : Remarque selon le côté longitudinal Mettez le microscope en surbrillance: les taches à la surface (entourées de marron) et la noirceur dans le reste de la structure, ce qui correspond à une oxydation semi-totale de l'échantillon.

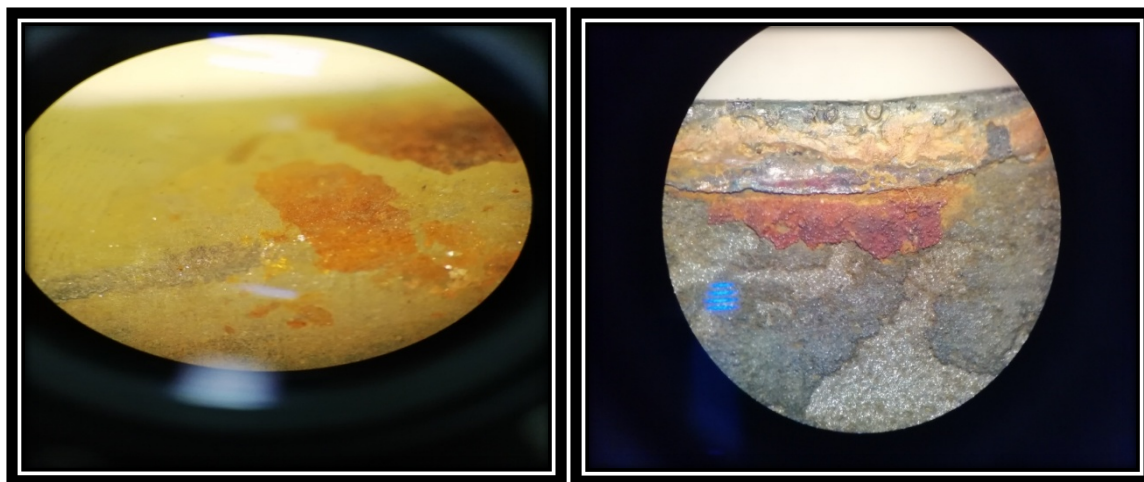


Fig.III.33. Micrographie (grossissement 4x) de l'échantillon de traction et Résilience

(Après 168h)

La Figure.III.33 : montre la structure microscopique de l'échantillon après corrosion 168h : Nous observons le microscope optique comme une oxydation totale de la surface (entourées de marron) et de la noirceur dans certaines zones.