sommaire

Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre 1:présentation de l'entreprise

1. Introduction 2
2. Historique 2
3. Activités 2
4.Organisation actuelle 3
5. Objet social 3
6.Organisation de l'entreprise 4

Chapitre 1:Défauts de soudage

1. Introduction 5
2. Les fissures 5
2.1. Fissures longitudinales 5
2.2. Fissures transversales 5
2.3. Types des fissures 6
2.3.1. Fissures de gorge 6
2.3.2. Fissures de racine 7
2.3.3. Fissures de cratère 7
2.3.4. Fissures au raccordement 7
2.3.5. Fissures sous -cordon (ou de zone affectée thermiquement) 8
2.4. Fissure à chaud (ou de solidification) 8
2.4.1. Définition 8
2.5. Fissures à froid (fissures d'hydrogène) 9
2.5.1 Définition 9
3. Manque de fusion 9
3.1. Localisations possibles des manques de fusion 9
3.2. Manque de fusion dans le flanc de la soudure 10
3.2.1. Définition 10
3.2.2. Causes possibles 10
3.2.3. Méthodes de détection 10
3.2.4. Méthodes de réparation 10
3.3. Manque de fusion entre passes 11

3.3.1. Définition 11
3.3.2. Causes possibles 11
3.3.3. Méthodes de détection 11
3.3.4. Méthodes de réparation 11
3.4. Manque de fusion à la racine de la soudure 11
3.4.1. Définition 11
3.4.2. Causes possibles 12
3.4.3. Méthodes de détection 12
3.4.4. Méthodes de réparation 12
4. Manque de pénétration 12
4.1. Localisations possibles des manques de pénétration 12
4.2. Manque de pénétration à la racine 13
4.2.1. Définition 13
4.2.2. Causes possibles 13
4.2.3. Méthodes de détection 13
4.2.4. Méthodes de réparation 13
4.3. Manque de pénétration dans la soudure 13
4.3.1. Causes possibles 13
4.3.2. Méthodes de détection 13
4.3.3. Méthodes de réparation 14
5. Inclusion gazeuses 14
5.1. Différentes formes d'inclusions gazeuses ou porosités 14
5.1.1. Porosités vermiculaires : 14
5.1.1.1. Causes possibles 14
5.1.1.2. Méthodes de détection 14
5.1.1.3. Méthodes de réparation 14
5.2. Porosités de reprise 14
5.2.1. Causes possibles 15
5.2.2. Méthodes de détection 15
5.2.3 Méthodes de réparation 15
5.3. Porosités uniformes 15
5.3.1. Causes possibles 15
5.3.2. Méthodes de détection 16
5.3.3. Méthodes de réparation 16
6. Inclusion solides 16
6.1. Différents types d'inclusions solides 16
6.1.1. Inclusions de laitier 16

6.1.1.1. Causes possibles 16
6.1.1.2. Méthodes de détection 16
6.1.1.3. Méthodes de réparation 16
6.1.2. Inclusions de tungstène 17
6.1.2.1. Causes possibles 17
6.1.2.2 Méthodes de détection 17
6.1.2.3. Méthodes de réparation 17
6.1.3. Inclusions de cuivre 17
6.1.3.1. Causes possibles 18
6.1.3.2. Méthodes de détection 18
6.1.3.3. Méthodes de réparation 18
7. Excès de matière 18
7.1. Excès de pénétration 18
7.1.1. Causes possibles 19
7.1.2. Méthodes de détection 19
7.1.3. Méthodes de réparation 19
7.2. Surépaisseur 19
7.2.1. Causes possibles 19
7.2.2. Méthodes de détection 19
7.2.3. Méthodes de réparation 19
7.3. Recouvrements non fusionnés (débordements) 19
7.3.1. Causes possibles 20
7.3.2. Méthodes de détection 20
7.3.3. Méthodes de réparation 20
8. Dénivellement 20
8.1. Dénivellement 20
8.1.1. Causes possibles 20
8.1.2. Méthodes de détection 21
8.1.3. Méthodes de réparation 21
9. Cratère 21
9.1. Cratère 21
9.1.1. Causes possible 21
9.1.2. Méthodes de détection 21
9.1.3. Méthodes de réparation 21
10. Défauts de surface 21
10.1. Morsures/Caniveaux 21
10.1.1. Causes possibles 22

10.1.2. Méthodes de détection 22
10.1.3. Méthodes de réparation 22
10.2. Effondrement à la racine 22
10.2.1. Causes possibles 22
10.2.2. Méthodes de détection 22
10.2.3. Méthodes de réparation 23
10.3. Amorces d'arc 23
10.3.1. Causes possibles 23
10.3.2. Méthodes de détection 23
10.3.3. Méthodes de réparation 23
10.4. Projections sur le métal de base 23
10.4.1. Causes possibles 24
10.4.2. Méthodes de détection 24
10.4.3. Méthodes de réparation 24
11. Conclusion 24

Chapitre 3:Contrôl de soudage

1. Introduction 25
1-1-Contrôle avant le soudage 25
1-2-Contrôle pendant le soudage 26
1-3-Contrôle après le soudage 26
2. Contrôle destructif 27
3. Contrôle non destructif (CND) 29
3.1. Généralités 29
3.2. Examen visuel (VT) EN 970 30
3.2.1. Principe 30
3.2.2. Avantages et inconvénients 31
3.3. Ressuage (PT) 32
3.3.1. Principe 32
3.3.2. Applications 33
3.3.3. Avantages et inconvénients 33
3.4. Examen magnétoscopique 34
3.4.1. Principe 34
3.4.2. Visualisation du champ de fuite 34
3.4.3. Techniques de magnétisation des pièces à examiner 35
3.4.4. Mise en œuvre du contrôle 36

3.4.5 Avantages et inconvénients 37
3.5. Examen radiographique (RT) 38
3.5.1. Principe de la méthode 38
3.5.2. Sources utilisées 38
3.5.2.1. Sources à rayons X 40
3.5.3. Avantages et inconvénients 40
3.5.4. Inconvénients en hygiène et sécurité 41
3.6. Examen par ultrasons (UT) EN 1714-10 41
3.6.1. Principe 41
3.6.2. Vitesse de propagation 41
3.6.3. Avantages et inconvénients 42
4. Conclusion 42

Chapitre 4:Réalisation d'un appareil de flexion

1. Réalisation un banc de flexion pour vérification des défauts de soudage 43
1.1. Introduction 43
2. Principe de l'essai de pliage 43
3. Différents essais de pliage 44
3.1. Essai de pliage transversal à l'envers 44
3.2. Essai de pliage transversal envers 44
3.3. Essai de pliage transversal de côté 45
3.4. Essai de pliage longitudinal 45
4. Précautions pour la préparation des éprouvettes 45
5. Dimensions normalisées selon EN 910 45
5.1. Longueurs 45
5.2. Largeurs 46
5.3. Ecarts entre les appuis pour l'essai 47
6. Résultats de l'essai 48
7. Des symboles 48
8. Dessin technique 49
Conclusion 57
Conclusion générale 58

Liste des figures

Figure 1 : L'entreprise SOGERHWIT 3
Figure 2 : La fissure longitudinale 5
Figure 3 : La fissure transversale 6
Figure 4 : types de fissure 6
Figure 5 : Fissure de gorge 6
Figure 6 : Fissure de racine 7
Figure 7 : Fissure de cratère 7
Figure 8 : Fissure au raccordement 8
Figure 9 : Fissure sous cordon 8
Figure 10 : Fissure à chaud 9
Figure 11 : Fissure à froid 9
Figure 12 : Localisations possibles des manques de fusion 10
Figure 13 : Manque de fusion dans le flanc de la soudure 10
Figure 14 : manque de fusion entre passes 11
Figure 15 : manque de fusion à la racine de la soudure 11
Figure 16 : localisations possibles des manques de pénétration à la racine de la soudure 12
Figure 17 : localisations possibles des manques de pénétration à l'intérieur de la soudure 12
Figure 18 abc & d : manque de pénétration dans la soudure 13
Figure 19a : inclusions gazeuses porosités vermiculaires 14
Figure 19b : inclusions gazeuses porosités de reprise 15
Figure 19c : inclusions gazeuses porosités uniformes 15
Figure 20a : inclusions de laitier 16
Figure 20b : inclusions de tungstène 17
Figure 20c : inclusions de cuivre 17
Figure 21 : excès de matière 18
Figure 22 : excès de pénétration 18
Figure 23 : convexité excessive et surépaisseur excessive 19
Figure 24 : recouvrements non fusionnés (Débordements) 20
Figure 25: dénivellement 20

Rapport-Gratuit.com

Figure 26 : cratère 21
Figure 27 : défauts de surface (Morsures/Caniveaux) 22
Figure 28 : effondrement à la racine 22
Figure 29 : amorces d'arc 23
Figure 30 : projections sur le métal de base 24
Figure 31 : Position échantillons pour le contrôle des joints soudés 28
Figure 32 : Quelques défauts fréquents en soudage 30
Figure 33 : Examen visuel 31
Figure 34 : Examen par ressuage 32
Figure 35 : Les étapes examen de ressuage 33
Figure 36 : Schéma de magnétoscopie 34
Figure 37 : Schéma de magnétoscopie 35
Figure 38 : Matériel de magnétoscopie 36
Figure 39 : Matériel de magnétoscopie 37
Figure 40 : Défauts vue en radiographie 38
Figure 41 : Radiographie anode cathode 39
Figure 42 : Autre source en radiographie 40
Figure 43 : Schéma contrôle par ultrasons 41
Figure 44 : Atelier de mécano soudure 43
Figure 45 : machine d'essai de pliage 43
Figure 46 : essai de pliage à l'envers 44
Figure 47 : essai de pliage envers 44
Figure 48 : Essai de pliage de côté 45
Figure 49 : Éprouvette pliage transversal 46
Figure 50 : Éprouvette pliage longitudinal 47
Figure 51 : Ecart entre appuis 47
Figure 52 : Ecart entre appuis 47

Listes des tableaux

Tableau 1 : Ressources matérielles 3
Tableau 2 :déférents des matériaux 46

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Résumé

Parmi les procédés d'assemblages, le soudage occupe une place importante dans toutes les branches d'industrie et du bâtiment, car il permet d'adapter au mieux les formes de construction aux contraintes qu'elles sont appelées à supporter en service.

Le soudage est une opération qui consiste à réunir deux ou plusieurs parties constitutives d'un assemblage, de manière à assurer la continuité entre les parties à assembler, soit par chauffage, soit par intervention de pression, soit par l'un et l'autre, avec ou sans métal d'apport dont la température de fusion est de même ordre de grandeur que celle du matériau de base.

Le but de cette note est l'étude et réaliser d'un banc de flexion pour vérification des défauts de joint soudée.

Afin d'atteindre notre objectif, deux parties essentielles ont été développées.

La première partie est consacrée à la conception du banc de flexion des joints soudés ; l'effort appliqué étant de 05 tonnes.

La deuxième partie est consacrée à la réalisation du banc de flexion des joints soudés pour le contrôle des défauts des joints soudés.

Abstract

Welding is an important part of assembly processes in all branches of industry and construction, as it allows for the best adaptation of the forms of construction to the constraints they are expected to support in service.

Welding is an operation that consists of joining two or more constituent parts of an assembly , so as to ensure continuity between the parts to be assembled, either by heating or by pressure intervention either by one or the other, with or without filler metal whose melting temperature is of the same order of magnitude as that of the base material.

The purpose of this note is the study and realization of a flexion bench for checking welded joint defects.

In order to reach our objective, two essential parts have been developed.

The first part is devoted to the design of the bending bench of welded joints; the applied effort being of 05 tons.

The second part is devoted to the realization of the bending bench of welded joints for the control of defects of welded joints.

ملخص

يعتبر اللحام جزءًا مهمًا من عمليات التجميع في جميع فروع الصناعة والبناء ، حيث أنه يسمح بأفضل تكيف لأشكال البناء بالقيود التي من المتوقع أن يدعمها في الخدمة.
اللحام هو عملية تتكون من الانضمام إلى جزئين أو أكثر من التركيبات، وذلك لضمان الاستمرارية بين الأجزاء المراد تجميعها ، إما بالتسخين أو عن طريق تدخل الضغط إما من جانب واحد أو آخر ، مع أو بدون معدن حشو درجة حرارة الانصهار هي من نفس الترتيب من حيث المواد الأساسية.
الغرض من هذه المذكرة هو دراسة وتحقيق المنحنى الانحناء لفحص العيوب المشتركة الملحومة.
من أجل الوصول إلى هدفنا ، تم تطوير اثنين من الأجزاء الأساسية
الجزء الأول مخصص لتصميم مقعد الانحناء للوصلات الملحومة الجهد المبذول من 5طن.
الجزء الثاني مخصص لإدراك المنحنى الانحناء للوصلات الملحومة للتحكم في عيوب الوصلات الملحومة .

Introduction générale

Introduction générale

Parmi les procédés d'assemblages, le soudage occupe une place importante dans toutes les branches d'industrie et du bâtiment, car il permet d'adapter au mieux les formes de construction aux contraintes qu'elles sont appelées à supporter en service.

Le soudage est une opération qui consiste à réunir deux ou plusieurs parties constitutives d'un assemblage, de manière à assurer la continuité entre les parties à assembler, soit par chauffage, soit par intervention de pression, soit par l'un et l'autre, avec ou sans métal d'apport dont la température de fusion est de même ordre de grandeur que celle du matériau de base.

Le but de notre travail est l'étudier et la réalisation d'un banc de flexion pour vérification des défauts de soudage.

Le mémoire est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre présente de l'entreprise SOGERHWIT (Société Générale d'études et réalisations hydrauliques Wilaya de Tlemcen).
Le deuxième chapitre est réservé aux défauts de soudage.
Le troisième chapitre est réservé aux contrôles des soudages.
Le quatrième chapitre consacré à une étude et réalisation d'un appareil de flexion pour vérification des défauts de soudage.

Ce mémoire est terminé par une conclusion et perspective.

Chapitre 1 : Présentation de l’entreprise

1. Introduction

Dénomination : Société Générale d'études et réalisations hydrauliques Wilaya de Tlemcen

Forme Juridique : EPE/SPA

Capital social: 393 000 000 DA

Siège Social : BP 869 ABOU TACHFINE. Tlemcen 13000

Tél : 043 38 92 46 - 043 38 92 56

Fax : 043 38 01 50

Email : **sogerhwit@yahoo.fr**

Site web : **www.sogerhwit.net**

2. Historique

La société générale de travaux hydrauliques de Tlemcen, par abréviation SOGERHWIT, était une entreprise publique locale dénommée « SOGERWIT », créée en 1973 par arrêté interministériel.

Le capital d'entreprise SOGERHWIT est de 620 millions de dinars.

Le siège de l'entreprise est situé dans la zone semi industrielle ABOU – TACHFINE à l'entrée de la ville de Tlemcen.

Le siège de l'entreprise est implanté sur un terrain d'une superficie de 15 609 M^2 dont 4 915,13 M^2 constituent l'assiette des bâtiments administratifs et d'exploitation.

Elle dispose également d'un terrain au niveau de la zone industrielle de Tlemcen de 5 000M^2 utilisé pour la production de béton prêt à l'emploi et de stockage de matières premières, et d'un parc de 3 000 M^2 dans la zone industrielle de Naama.

3. Activités

L'activité principale de l'entreprise consiste la réalisation des travaux hydrauliques (assainissement, grands travaux d'adduction en eau potable (AEP), construction de châteaux d'eau, station d'épuration, et autres travaux de génie civil, drainage, retenues collinaires, petits barrages, …etc.).

D'autres activités secondaires sont également réalisées, à savoir :

- ✓ La production de divers agglomérés.
- ✓ La production du béton prêt à l'emploi.
- ✓ La fabrication des pièces chaudronnerie et fabrication mécanique.
- ✓ Les prestations de matériels de transport et engins de chantier.

Les activités de production sont essentiellement développées pour les besoins propres de l'entreprise.

Figure 1 : L'entreprise SOGERHWIT [3]

Tableau 1 : Ressources matérielles

Désignations et Quantité/ Année		2012	2013	2014	2015	2016
Matériels de Production de Béton	Bétonnières	19	19	19	19	19
	Malaxeurs	04	04	04	08	08
	Centrale à béton	02	03	04	05	05
Matériels de Levage	Grue MOBILE	03	03	03	03	03
	Grue Fixe	04	04	04	04	04
Matériels de Transport	Camions	33	39	39	43	46
	Moyens de Transport	35	42	50	52	52
Matériels de Terrassement et Travaux Publics		36	44	52	60	60

4.Organisation actuelle

- ✓ L'Entreprise est dirigée par un Président Directeur-Général Monsieur BRAHMI Ghouti
- ✓ L'Entreprise est organisée en une seule direction centrale.
- ✓ L'entreprise est contrôlée par un commissaire aux comptes: Monsieur CHERIFI Abdelaziz
- ✓ Effectifs : 699 agents

5. Objet social

- ✓ Adduction en eau potable
- ✓ Assainissement des eaux usées
- ✓ Génie Civil: Réalisation des réservoirs d'eau ; château d'eau ; stations de pompage.
- ✓ Stations de relevage
- ➢ Stations de lagunage

Rapport-Gratuit.com

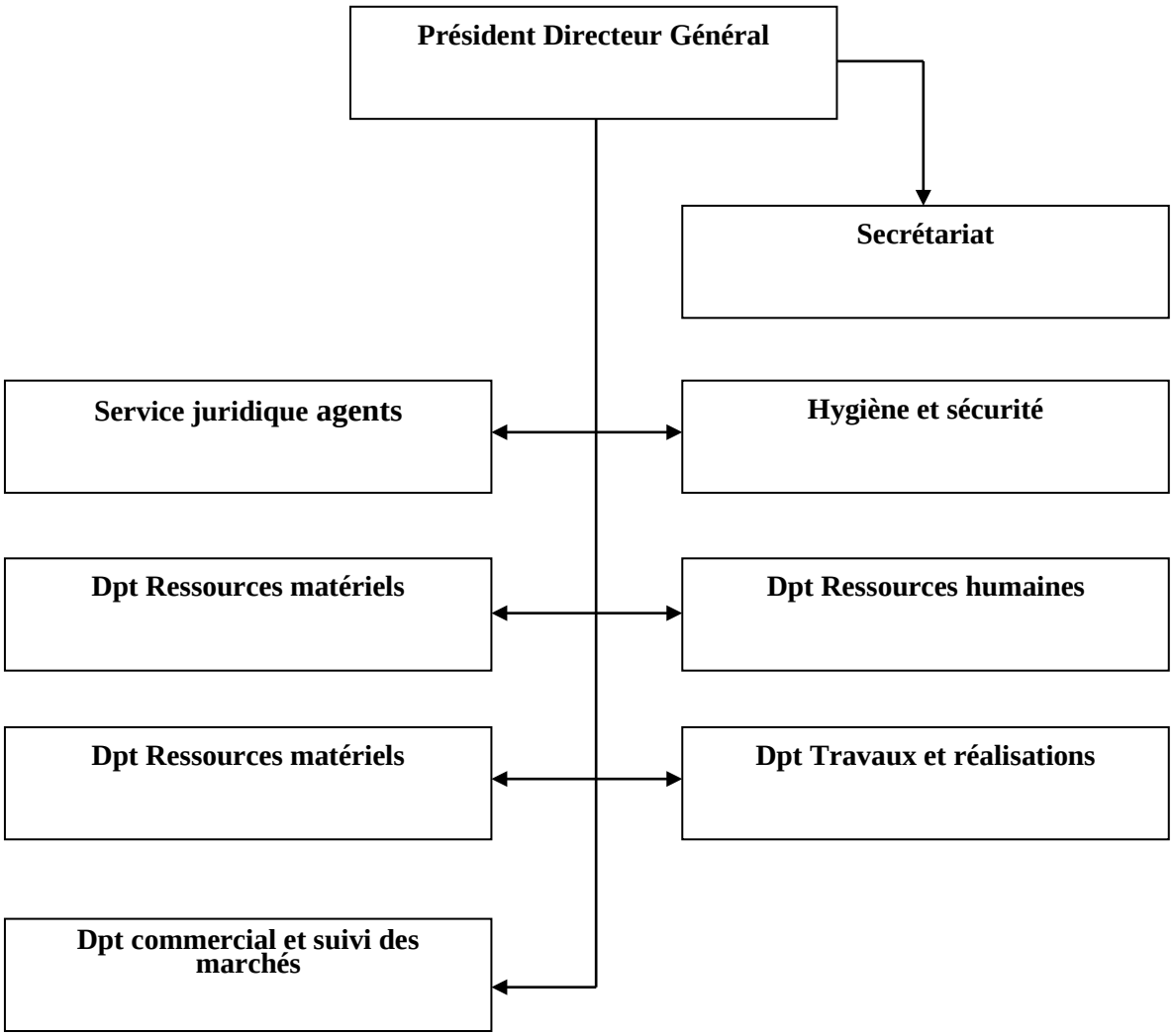
- Terrassement en grande masse
- Développement des forages et installation des équipements
- Drainage et compactage des sources
- Réalisation des réseaux d'incendie

I.6.Organisation de l'entreprise

La société est organisée en mono unité, le siège social étant le centre de décision à travers une organisation fonctionnelle représentée par une Direction Générale, 05 départements et plusieurs services.

Le siège social est situé à Abou-Tachfine sur une assiette de terrains de 46.481 m2 regroupant la direction générale, les cinq départements, les parkings des matériels, ainsi que les ateliers de maintenances.

Avec un effectif total de 547 agents, l'entreprise est structurée comme suit :



Organigramme d'entreprise SOGHERWIT**[3]**

Chapitre 2 : Défauts de soudage

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1. Introduction

Il existe plusieurs types de défauts de soudure ainsi que différentes méthodes pour les prévenir et les corriger.

2. Fissures

Les fissures sont définies comme des discontinuités de type fracture caractérisées par une extrémité en pointe et à haut rapport de longueur /largeur (longitudinales ou transversales). Elles peuvent se produire dans le métal fondu, la zone affectée thermiquement, et le métal de base lorsque des contraintes localisées dépassent la résistance maximum du matériau.la fissuration est souvent initiée par des concentrations de contraintes causées par d'autres discontinuités mécaniques ou à proximité d'entailles associées à la configuration du joint. Les contraintes qui provoquent la fissuration peuvent être soit résiduelles ou appliquées.

2.1. Fissures longitudinales

Dans les petites soudures entre fortes sections sont souvent le résultat des taux de refroidissement et de contraintes résiduelles élevées. En soudage à l'arc submergé, elles sont généralement associées à des vitesses de soudage élevées ou peuvent être liées à des problèmes de porosités non apparentes à la surface de la soudure.la figure 2 illustre une fissure longitudinale.

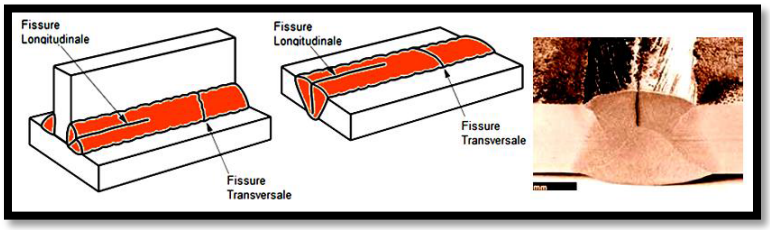


Figure 2 : La fissure longitudinale [2]

2.2. Fissures transversales

Sont perpendiculaires à l'axe de la soudure.

Dans certains assemblages soudés, les fissures transversales se forment dans la zone affectée par la chaleur et non pas dans la soudure. Les fissures transversales sont généralement le résultat de contraintes de retrait longitudinal agissant sur le métal fondu de faible ductilité. La figure 3 illustre une fissure transversale.

Figure 3 : La fissure transversale[2]

2.3. Types des fissures

La figure 4 résume les fissures qui peuvent être trouvés dans la plupart des cas :

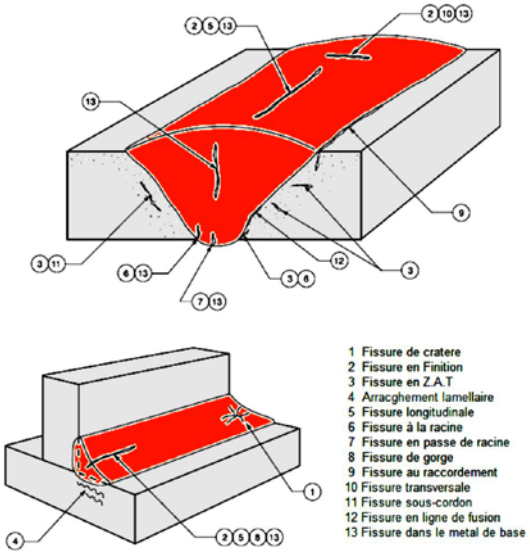


Figure 4 : types de fissure[2]

2.3.1. Fissures de gorge

Ce sont des fissures longitudinales orientées le long de la gorge des soudures d'angle. La figure 5 illustre une fissure de gorge.

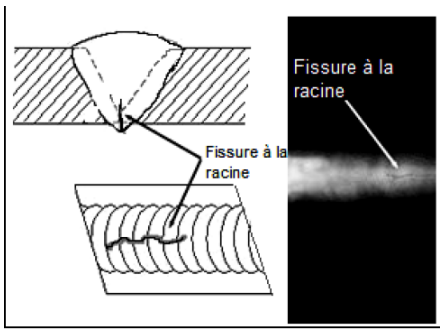


Figure 5 : Fissure de gorge[2]

2.3.2. Fissures de racine

Ce sont des fissures longitudinales à la racine de la soudure ou de la surface de la racine. La figure 6 illustre une fissure de racine. Elles peuvent être des fissures à chaud ou à froid.

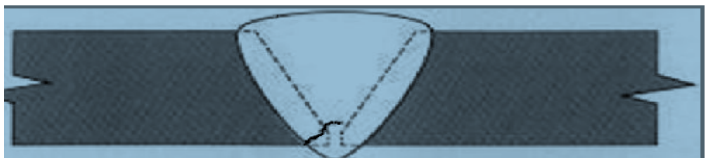


Figure 6 : Fissure de racine[2]

2.3.3. Fissures de cratère

Elles se produisent dans le cratère formé à la fin d'un cordon de soudure lorsque la soudure est mal terminée (coupure trop rapide de l'arc). Elles sont par fois appelées fissures en étoile. Les fissures de cratère sont en général des fissures à chaud formant un réseau en étoile. La figure 7 illustre une fissure de cratère. Des fissures longitudinales peuvent être initiées par une fissure de cratère.

Figure 7 : Fissure de cratère[2]

2.3.4. Fissures au raccordement

Ce sont généralement des fissures à froid. Elles apparaissent et se propagent depuis l'extrémité de la soudure où les contraintes de retrait sont concentrées. Les fissures au raccordement apparaissent à peu près à la normale de la surface du métal de base. Ces fissures sont généralement le résultat des contraintes de retrait thermique sur la zone affectée thermiquement. La figure 8 illustre une fissure au raccordement.

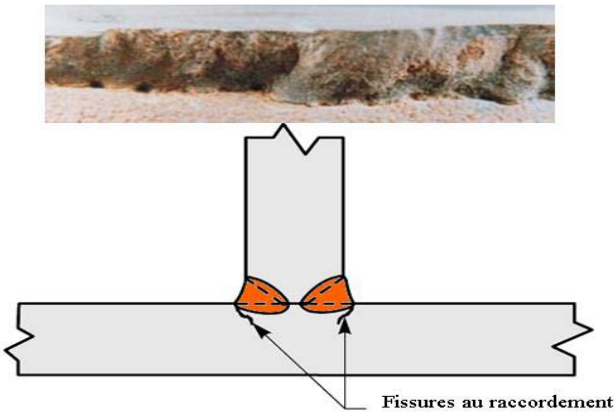


Figure 8 : Fissure au raccordement[2]

2.3.5. Fissures sous -cordon (ou de zone affectée thermiquement)

Ce sont généralement des fissurations à froid qui se forment dans la zone affectée par la chaleur du métal de base. Les fissures sous cordon peuvent se produire lorsque trois éléments sont présents simultanément :

- Hydrogène ;
- Une microstructure de ductilité relativement faible ;
- De fortes contraintes résiduelles ;

Ces fissures peuvent être longitudinales et transversales. Elles se rencontrent principalement dans les soudures d'angle, mais peuvent également se produire dans des soudures bout à bout

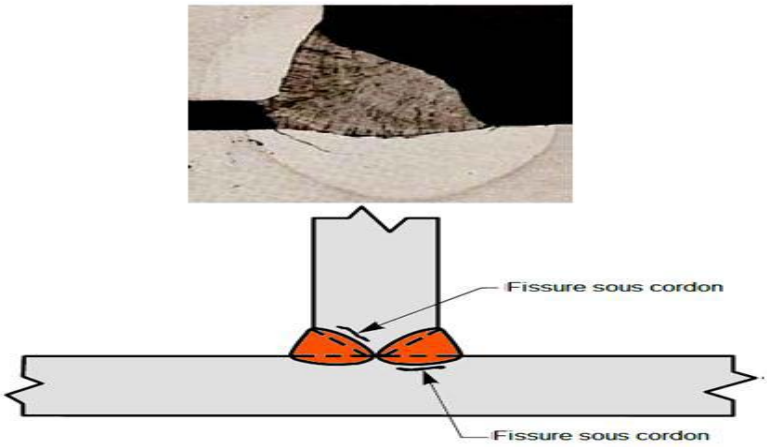


Figure 9 : Fissure sous cordon[2]

2.4. Fissure à chaud (ou de solidification)

2.4.1. Définition

C'est une fissure localisée normalement au centre de la coupe transversale d'une soudure (soit soudure d'angle, soit soudure bout à bout), que se forme lors de la solidification du métal déposé à température élevée. La figure 10 illustre une fissure à chaud.

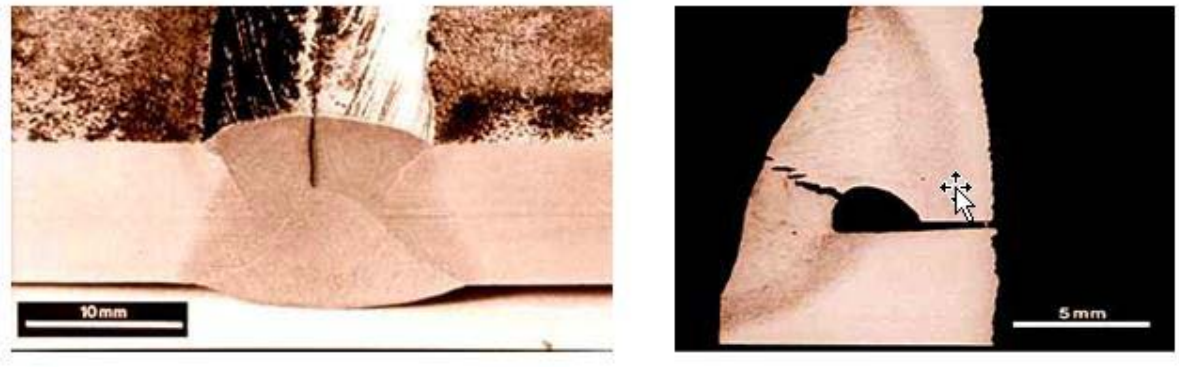


Figure 10 : Fissure à chaud[2]

2.5. Fissures à froid (fissures d'hydrogène)

2.5.1 Définition

Ces fissures sont toujours localisées dans des zones de transition avec structure de trempe et peuvent déboucher dans la soudure même. Ces fissures n'apparais sent parfois que plusieurs heures après les travaux de soudage. La figure 11 illustre une fissure à froid.

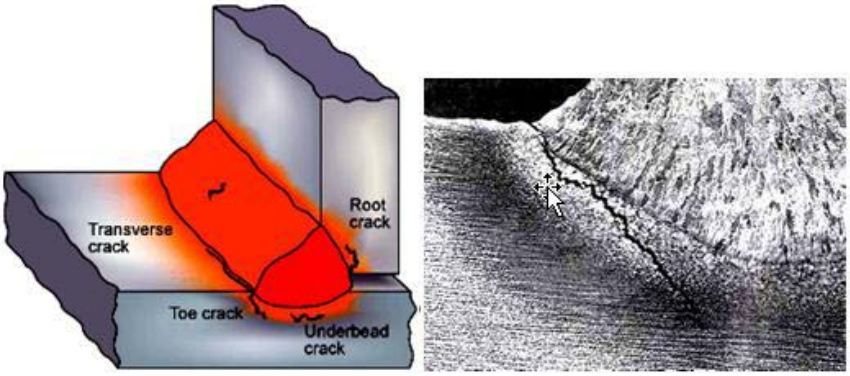


Figure 11 : Fissure à froid[2]

3. Manque de fusion

3.1. Localisations possibles des manques de fusion

Des manques de fusion peuvent apparaitre (Figure 12) :

- soit dans le flanc de la soudure entre métal de base et métal déposé ;
- soit entre passes de soudage ;
- soit à la racine de la soudure entre métal de base et métal déposé ;

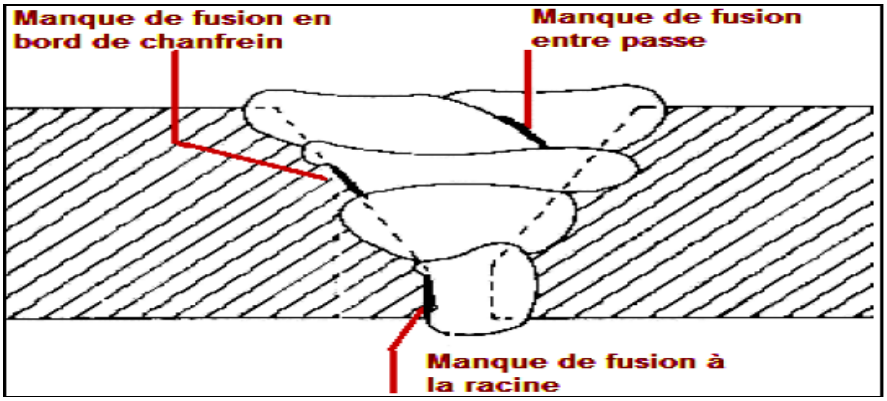


Figure 12 : Localisations possibles des manques de fusion[2]

3.2. Manque de fusion dans le flanc de la soudure

3.2.1. Définition

Manque de cohésion moléculaire entre métal d'apport et métal de base au flanc de la soudure.

La figure 13 illustre manque de fusion dans le flanc de la soudure.

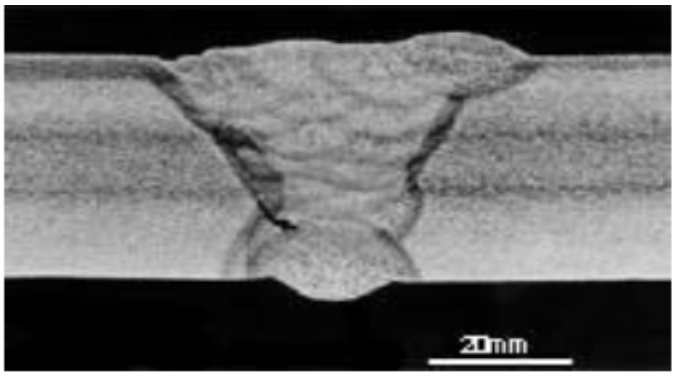


Figure 13 : Manque de fusion dans le flanc de la soudure[2]

3.2.2. Causes possibles

-Energie de l'arc trop faible ;

- Vitesse de soudage trop élevée ;

- Mauvais angle de l'électrode ;

- Métal d'apport qui coule devant l'arc à la suite de la position de soudage ;

3.2.3. Méthodes de détection

Surtout examen par « Ultrasons ».

3.2.4. Méthodes de réparation

Eliminer la partie défectueuse et ressouder.

3.3. Manque de fusion entre passes

3.3.1. Définition

Manque de cohésion moléculaire entre les passes d'une soudure multi-passes. La figure 14 illustre manque de fusion entre passes.

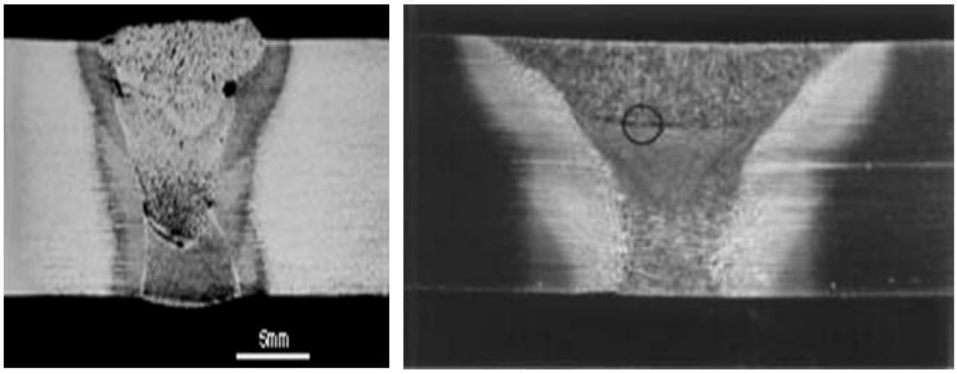


Figure 14 : manque de fusion entre passes[2]

3.3.2. Causes possibles

Manque de fusion dans le flanc de la soudure.

3.3.3. Méthodes de détection

Manque de fusion dans le flanc de la soudure.

3.3.4. Méthodes de réparation

Manque de fusion dans le flanc de la soudure.

3.4. Manque de fusion à la racine de la soudure

3.4.1. Définition

Manque de fusion moléculaire entre métal d'apport et métal de base à la racine de la soudure. Cette faute est souvent accompagnée d'un manque de pénétration. La figure 15 illustre manque de fusion à la racine de la soudure.

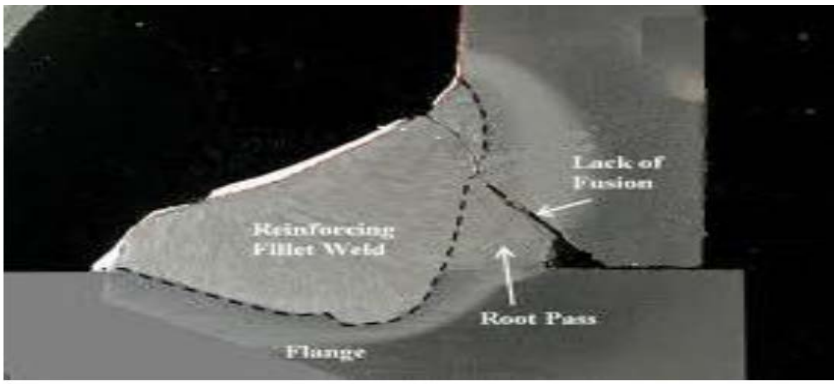


Figure 15 : manque de fusion à la racine de la soudure[2]

3.4.2. Causes possibles

-Écartement trop faible ;

-Métal trop important lors de la préparation ;

-Diamètre de l'électrode trop important dans le soudage à l'arc électrique ;

3.4.3. Méthodes de détection

La soudure peut être contrôlée à revers: examen visuel, magnétique ou par ressuage.

3.4.4. Méthodes de réparation

-Si la reprise à revers est possible: éliminer le défaut par meulage et reprendre à revers ;

-Si la reprise à revers est impossible : éliminer toute la soudure et ressouder ;

4. Manque de pénétration

4.1. Localisations possibles des manques de pénétration

4.1.1. La racine de la soudure (soudure en « V »)

Figure 16 : localisations possibles des manques de pénétration à la racine de la soudure

4.1.2. L'intérieur de la soudure (soudure avec reprise à revers « X ») (Fig.17.)

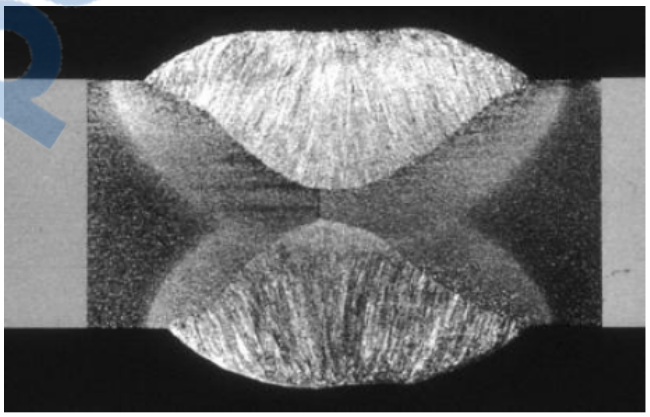


Figure 17 : localisations possibles des manques de pénétration à l'intérieur de la soudure

Rapport-Gratuit.com

4.2. Manque de pénétration à la racine

4.2.1. Définition

Le métal d'apport n'atteint pas la racine du chanfrein.

4.2.2. Causes possibles

-Ecartement trop faible ;

-Vitesse de soudage trop grand ;

-Diamètre d'électrode fautif dans le soudage électrique manuel ;

-Laitier qui coule devant le bain de soudage ;

4.2.3. Méthodes de détection

-Défaut débouchant en surface : examen visuel, magnétique ou ressuage ;

-Défaut interne: examen par ultrasons ou radiographie ;

4.2.4. Méthodes de réparation

Eliminer le métal d'apport à partir de la face la plus accessible et réparer par soudage.

4.3. Manque de pénétration dans la soudure

Le métal d'apport n'atteint pas le milieu du chanfrein en X. La figure 18 abc & d illustre manque de pénétration dans la soudure.

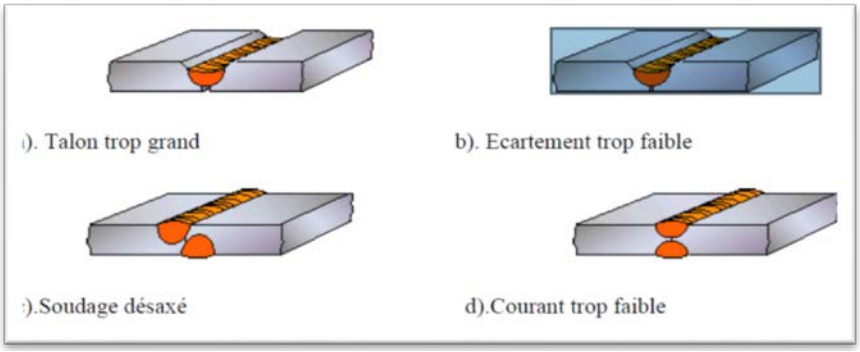


Figure 18 abc & d : manque de pénétration dans la soudure[2]

4.3.1. Causes possibles

Manque de pénétration à la racine.

4.3.2. Méthodes de détection

Examen par ultrasons ou radiographie.

4.3.3. Méthodes de réparation

Eliminer le métal d'apport à partir de la face la plus accessible et réparer par soudage.

5. Inclusion gazeuses

5.1. Différentes formes d'inclusions gazeuses ou porosités

Les inclusions gazeuses peuvent se présenter sous 3 formes (Figure 19.ab&c.) :

-Porosités vermiculaires ;

-Porosités de reprise ;

-Porosités uniformes ;

5.1.1. Porosités vermiculaires :

Cavités allongées formées par des gaz enfermés pendant la solidification du cordon. Elles peuvent se présenter isolées ou groupées). La figure 19a illustre Inclusions gazeuses porosités vermiculaires.

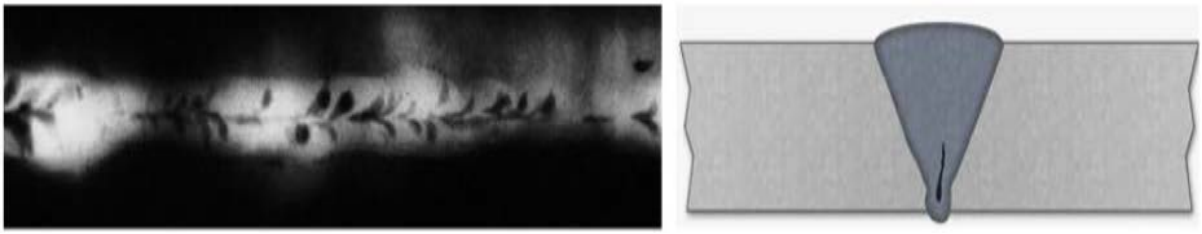


Figure 19a : inclusions gazeuses porosités vermiculaires[2]

5.1.1.1. Causes possibles

-Contamination de la surface à souder ;

-Doublures dans les tôles, si elles débouchent en surface ;

5.1.1.2. Méthodes de détection

-La surface : examen visuel ;

-L'intérieur : radiographie et ultrasons ;

5.1.1.3. Méthodes de réparation

Eliminer la zone défectueuse et ressouder (éventuellement éliminer la doublure par meulage.

5.2. Porosités de reprise

Porosités limitées à une petite partie du cordon et qui apparaissent lors d'un soudage électrique manuel ou automatique lors de l'amorce d'une passe. La figure 19b illustre Inclusions gazeuses porosités de reprise.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

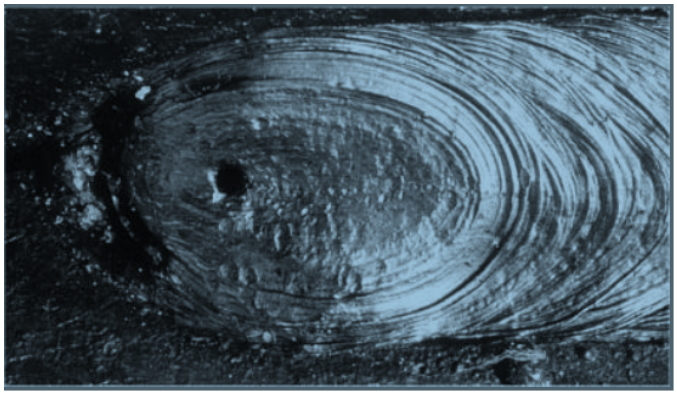


Figure 19b : inclusions gazeuses porosités de reprise[2]

5.2.1. Causes possibles

Mauvaise amorce de l'arc par le soudeur dans le soudage manuel.

5.2.2. Méthodes de détection

-La surface: examen visuel ;

-L'intérieur: radiographie ou ultrasons ;

5.2.3 Méthodes de réparation

Eliminer le défaut et réparer avec attention spéciale pour les manipulations lors de la reprise.

5.3. Porosités uniformes

Porosités qui sont distribuées uniformément dans le cordon. La figure 19c illustre Inclusions gazeuses porosités uniformes.

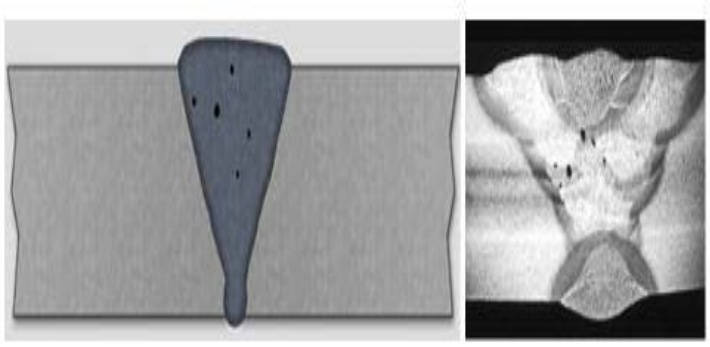


Figure 19c : inclusions gazeuses porosités uniformes[2]

5.3.1. Causes possibles

-Electrodes ou baguettes de soudage corrodées ;

-De l'air dans le gaz de protection ;

-Manque de débit des gaz de protection ;

-Des fuites d'eau dans des équipements de soudage refroidis à l'eau ;

5.3.2. Méthodes de détection

-La surface: examen visuel, magnétique ou par ressuage ;

-L'intérieur : radiographie ou ultrasons ;

5.3.3. Méthodes de réparation

Réparation de toute la soudure.

6. Inclusion solides

6.1. Différents types d'inclusions solides

Des inclusions solides peuvent être de trois types différents (Fig.20.ab&c.) :

-Laitier ;

-Tungstène ;

-Cuivre ;

6.1.1. Inclusions de laitier

Du laitier qui a été enfermé dans le cordon de soudure .La figure 20a illustre Inclusions de laitier.

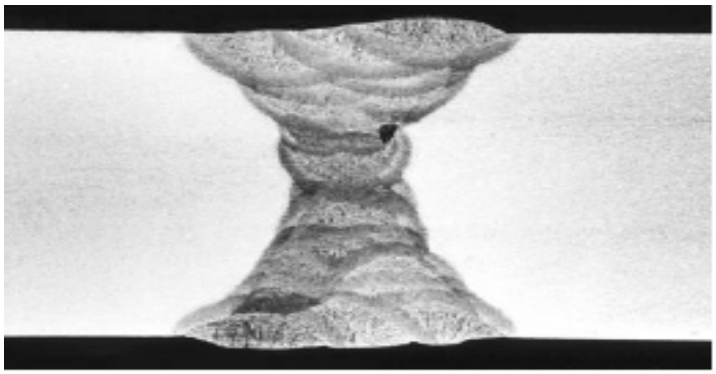


Figure 20a : inclusions de laitier[2]

6.1.1.1. Causes possibles

-Manque de contrôle sur le laitier (par ex. le laitier qui coule devant le bain de fusion à cause de la position de soudage ;

-Manque d'élimination du laitier entre passes d'une soudure multi-passes ;

6.1.1.2. Méthodes de détection

Ultrasons et radiographie.

6.1.1.3. Méthodes de réparation

Eliminer la zone défectueuse par meulage et réparer.

6.1.2. Inclusions de tungstène

Parties fusionnées de l'électrode en tungstène qui est utilisée dans le procédé TIG(GTAW). La figure 20b illustre Inclusions de tungstène.

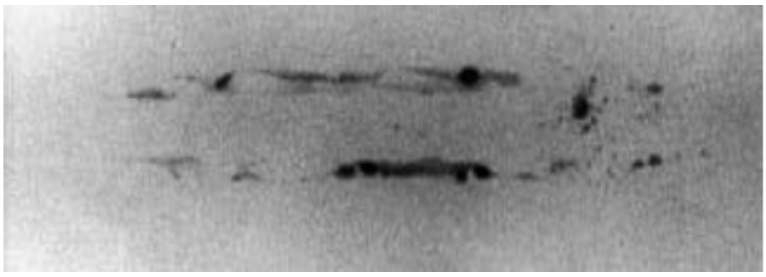


Figure 20b : inclusions de tungstène[2]

6.1.2.1. Causes possibles

-Electrode trop pointue ;

-Intensité de courant trop élevée ;

-Débit de gaz de protection trop faible ;

-Coupure trop rapide du gaz de protection à la fin du soudage ;

6.1.2.2 Méthodes de détection

-Surtout radiographie où les inclusions de tungstène forment des taches très blanches sur le film (le tungstène absorbe très fort les rayonnements) ;

6.1.2.3. Méthodes de réparation

Eliminer le défaut par meulage et ressouder.

6.1.3. Inclusions de cuivre

Une inclusion accidentelle de cuivre dans le bain de fusion qui peut provoquer des fissures dans la zone de soudage. La figure 20c illustre Inclusions de cuivre.

Figure 20c : inclusions de cuivre[2]

6.1.3.1. Causes possibles

-Fusion de points de contact lors du soudage MIG à la suite d'un arc instable ;

-Perte de refroidissement à l'eau provoquant la fusion de certaines parties de la torche ;

6.1.3.2. Méthodes de détection

-Contamination : non décelable par des moyens CND ;

-Inclusion importante: radiographie ;

6.1.3.3. Méthodes de réparation

Eliminer la zone complète.

7. Excès de matière

Un excès de matière peut se présenter la racine du cordon (excès de pénétration) ou à la surface (surépaisseur) éventuellement accompagné de recouvrements du métal de base non fusionnés. La figure 21 illustre excès de matière.

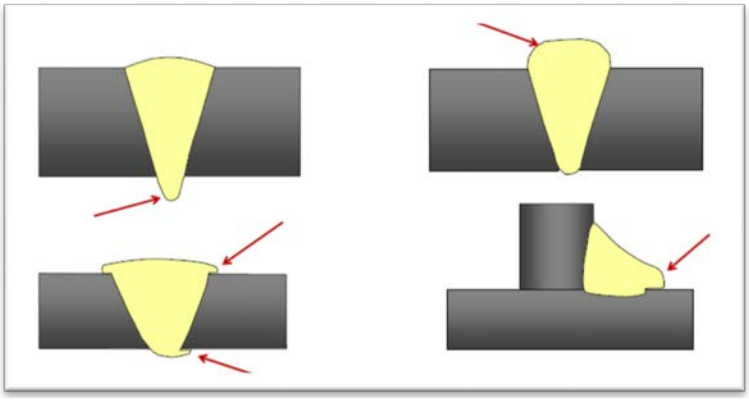


Figure 21 : excès de matière[2]

7.1. Excès de pénétration

Pénétration excessive du métal d'apport à la racine du cordon. La figure 22 illustre excès de pénétration.

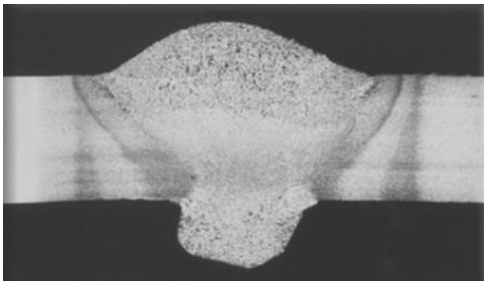


Figure 22 : excès de pénétration[2]

7.1.1. Causes possibles

-Écartement trop important ;

-Jeu entre l'anneau-support et le métal de base lors du soudage sur anneau-support ;

-Vitesse de soudage trop faible ;

-Manque d‘expérience du soudeur ;

7.1.2. Méthodes de détection

Contrôle visuel, éventuellement radiographie si la racine est inaccessible.

7.1.3. Méthodes de réparation

Eliminer l'excès par voie mécanique.

7.2. Surépaisseur

Un apport excessif de métal qui cause, de la convexité dans les soudures d'angle, et des épaisseurs supérieures à celles du métal de base pour les soudures bout à bout. La figure 23 illustre Convexité excessive et surépaisseur excessive.

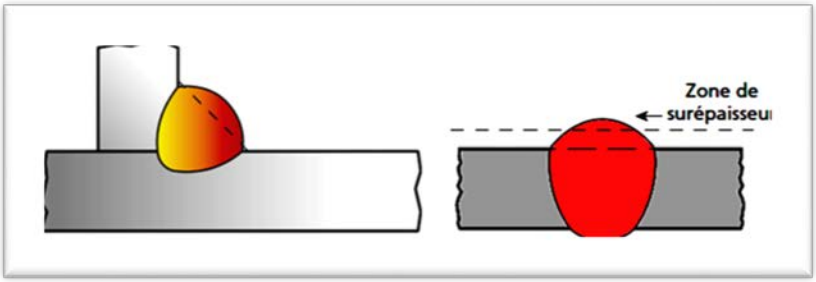


Figure 23 : convexité excessive et surépaisseur excessive[2]

7.2.1. Causes possibles

-Énergie de l'arc trop importante surtout pour le soudage MIG, MAC et sous flux ;

-Mauvais choix des diamètres des électrodes dans des soudures multi-passes ;

7.2.2. Méthodes de détection

Examen visuel avec un calibre de soudage.

7.2.3. Méthodes de réparation

Elimination mécanique (seulement s i l a surépaisseur dépasse une certaine limite).

7.3. Recouvrements non fusionnés (débordements)

L‘écoulement d'un excès de métal d'apport sur la surface du métal de base, soit à la racine de la soudure, soit à la surface supérieure sans fusion avec ce métal de base. La figure 24 illustre recouvrements non fusionnés.

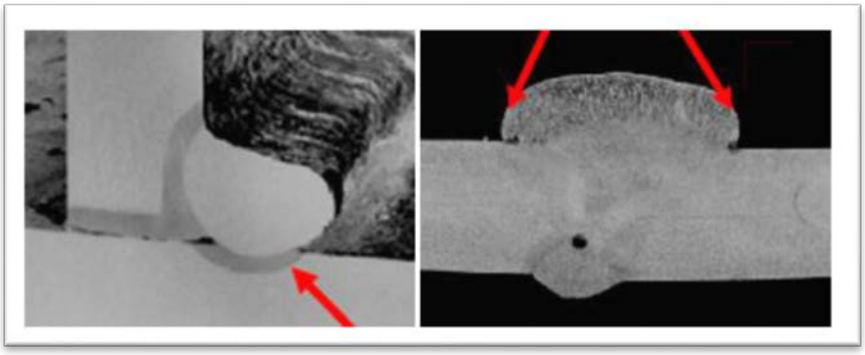


Figure 24 : recouvrements non fusionnés (Débordements) [2]

7.3.1. Causes possibles

-Mauvaise manipulation de l'électrode lors du soudage manuel ;

-Vitesse de soudage trop faible avec un apport énergétique trop important

-Mauvaise position de soudage ;

7.3.2. Méthodes de détection

Examen visuel complété d'un examen par ressuage.

7.3.3. Méthodes de réparation

Couper jusqu'au métal sain et éventuellement ressouder.

8. Dénivellement

8.1. Dénivellement

Un alignement incorrect des bords à souder dans une soudure bout à bout. La figure 25 illustre dénivellement.

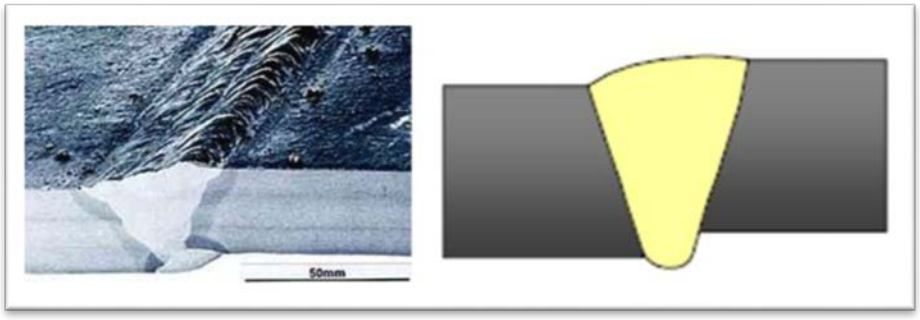


Figure 25: dénivellement[2]

8.1.1. Causes possibles

-Déformations par d'autres soudures ;

-Ovalisations trop importantes dans des tôles formées (cordons circulaires) ;

8.1.2. Méthodes de détection

Inspection visuelle avec calibre de soudage avant soudage.

8.1.3. Méthodes de réparation

Seulement réparer si le défaut constaté dépasse les limites indiquées dans le code de construction.

9. Cratère

9.1. Cratère

Une dépression de retrait à la fin d'une passe où la source de chaleur a été enlevée. La figure 26 illustre cratère.

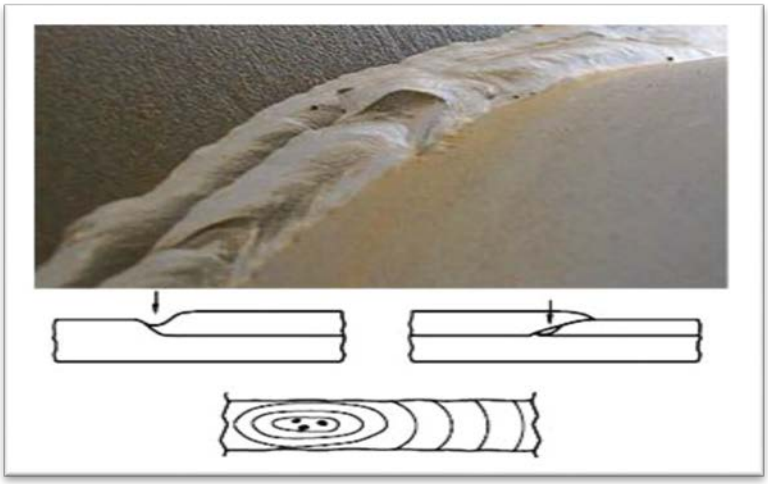


Figure 26 : cratère[2]

9.1.1. Causes possible

Ce défaut est provoqué par une combinaison de l'interruption des réactions de désoxydation et du changement de volume lors de la solidification du dépôt.

9.1.2. Méthodes de détection

-Inspection visuelle ;

-Un examen interne complémentaire par ex. par radiographie ;

9.1.3. Méthodes de réparation

Meuler et ressouder.

10. Défauts de surface

10.1. Morsures/Caniveaux

Un creux irrégulier à la surface du cordon juste au contact du métal d'apport et du métal de base. La figure 27 illustre défauts de surface.

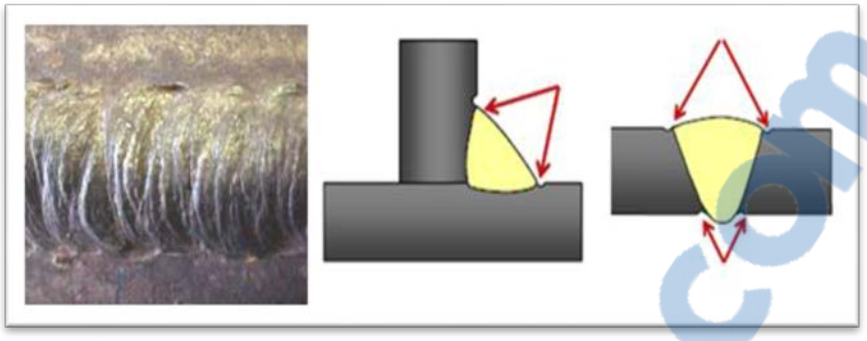


Figure 27 : défauts de surface (Morsures/Caniveaux) [2]

10.1.1. Causes possibles

-La fusion du bord supérieur une soudure d'angle ou d'une soudure bout-à-bout par une intensité trop forte ;

-Un balancement trop fort de l'électrode (surtout en position verticale) ;

-Vitesse de soudage trop basse ;

-Angle de l'électrode fautif, surtout lors du soudage d'une pièce plus mince à une pièce plus épaisse ;

10.1.2. Méthodes de détection

Visuel (mesure de la profondeur avec un calibre de soudage).

10.1.3. Méthodes de réparation

Réparation par soudage éventuellement après meulage.

10.2. Effondrement à la racine

L'effondrement est le résultat de l'affaissement du métal déposé dû à une fusion excessive. On distingue différents types d'effondrements. La figure 28 illustre effondrement à la racine.

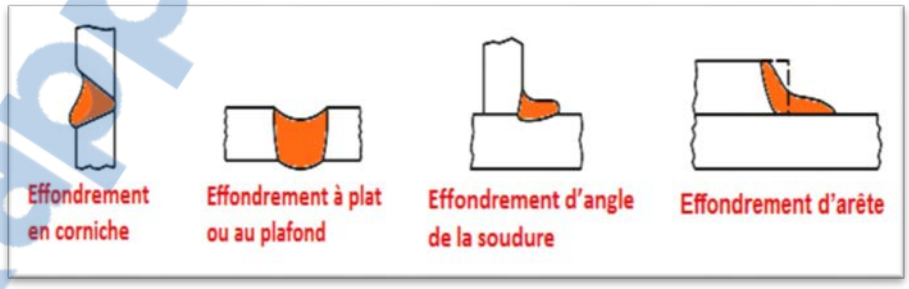


Figure 28 : effondrement à la racine[2]

10.2.1. Causes possibles

-Vitesse de soudage trop lente ;

-Chaleur trop élevée ;

10.2.2. Méthodes de détection

Inspection visuelle.

Rapport-Gratuit.com

10.2.3. Méthodes de réparation

Eliminer les parties en excès et remplir celles de manque par soudage.

10.3. Amorces d’arc

Des points de métal fondu où l’électrode, la pince d’électrode ou la masse ont touché par hasard le métal de base et ont provoqué un arc de courte durée. La figure 29 illustre amorces d’arc.

Figure 29 : amorces d’arc[2]

10.3.1. Causes possibles

-Accès difficile à la zone de soudage ;

-Isolation de la pince d’électrode dégradée ;

-Borne de masse mal fixée ;

10.3.2. Méthodes de détection

Examen visuel -éventuellement examen magnétique ou par ressuage.

10.3.3. Méthodes de réparation

Léger meulage afin d‘éliminer toute amorce à la fissuration.

10.4. Projections sur le métal de base

De petites gouttes du matériau d’électrode qui ont été projetées sur le métal de base et qui sont fusionnées avec ce métal. La figure 30 illustre projection sur le métal de base.

Figure 30 : projections sur le métal de base[2]

10.4.1. Causes possibles

-Apport d'énergie trop élevé ;

-Longueur de l'arc trop important ;

-Produits de soudage contaminés ;

10.4.2. Méthodes de détection

Examen visuel.

10.4.3. Méthodes de réparation

Léger meulage.

11. Conclusion

Le soudage présente des défauts. Ces derniers sont détectés, réparés, et évités dans la plupart des cas.

En plus des fissures, il existe plusieurs types de défauts de soudure : les défauts dimensionnels (mauvaise dimension du cordon sur la largeur ou sur l'épaisseur), les défauts de géométrie du cordon, les défauts de pénétration, les soufflures, les inclusions, les caniveaux, les retassures, les projections et les défauts de fusion.

Les défauts de soudage peuvent être causés par de nombreux facteurs, dont la vitesse D'avance ou l'intensité du courant. Dans bien des cas, les défauts peuvent être détectés et Corrigés en cours de soudage.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Chapitre 3 : Contrôle de soudage

1. Introduction

Il est nécessaire et de la plus haute importance de vérifier la santé des soudures sur des pièces de résistance.cet effet, il existe de nombreuses méthodes d'essais à utiliser, mais les seuls habilités à les utiliser sont :

-Le soudeur lui-même, pour autant qu'il soit qualifié selon la norme EN 287 et pour autant qu'il s'agisse d'opérations liées directement à la procédure de soudage.

-Les inspecteurs de soudage (opérateurs) qualifiés qui peuvent être indépendants ou liés à un bureau de contrôle agréé tels que AIB-VINCOTTE, APRAGAZ, VERITAS, TUV, ……

Si l'on constate des anomalies, il faut comparer leur nombre et leur taille aux tolérances émises par les normes et selon le cas, effectuer une correction des soudures. Il est évident que les réparations éventuelles doivent être contrôlées, car elles peuvent encore contenir des défauts.

Il reste qu'il y aura toujours des anomalies dans un joint soudé.

Objectif des contrôles : C'est de garantir la bonne exécution de l'assemblage d'une construction.

Il s'applique :

-La prévention des défauts ;

-La détection et la localisation de ces défauts ;

-L'évaluation du degré de gravité des défauts ;

-L'acceptation ou le refus de la pièce, suivant l'interprétation des défauts ;

Le contrôle des soudures doit s'exercer à trois moments bien distincts :

-Avant le soudage ;

-Pendant le soudage ;

-Après le soudage ;

1-1-Contrôle avant le soudage

Il a pour but de prévenir les défauts. Il portera sur :

-La soudabilité métallurgique du métal de base (analyse chimique du matériau, contrôle macrographique, propriétés mécaniques, etc …)

-La qualité du métal d'apport (compatibilité avec le métal de base, état de surface, propriétés mécaniques, nature et dimension)

-La préparation des pièces (ouverture des chanfreins, écartement des bords et dénivellation, montage et fixation, positionnement, etc ….)

-Les gabarits (d'assemblage, de vérification des cordons)

-Les séquences de soudage (ordre des diverses soudures, sens de réalisation)

-Les traitements thermiques (préchauffage, maintien en température)

-Le matériel de soudage (état, puissance, les réglages, etc ….)

-La qualification du soudeur (habilité manuelle, niveau technologique, essais dans les conditions de soudage du type d'assemblage)

-L'examen de la condition physique du soudeur (travaux dangereux, positions pénibles, travaux délicats)

-La qualification des Modes Opératoires de Soudage (QMOS)

-La vérification des documents de suivi et des enregistrements qualité

-La qualification des contrôleurs

1-2-Contrôle pendant le soudage

Il a pour but de s'assurer que les règles d'une bonne exécution du joint sont respectées. Il portera sur :

-La qualité du soudage

-La nature et dimension du métal d'apport (soudabilité, état de surface, propreté)

-Le réglage de l'appareil de soudage (correspondance entre le réglage indiqué et le résultat obtenu, maintien du réglage)

-L'état du joint réalisé (aspect conforme du cordon, dimensions des gorges, pénétration, propreté, écartement des bords)

-La disposition des passes (leur nombre, le sens de réalisation)

-Les cadences de soudage (vitesse, interruptions entre passes)

-Les déformations (décalage des pièces)

-La température du traitement thermique (maintien en température)

-Le respect des Descriptifs de Mode Opératoire de Soudage (DMOS)

1-3-Contrôle après le soudage

Il a pour but de vérifier que le joint exécuté soit bien conforme aux exigences de la construction. Il portera sur :

-La mise en œuvre des contrôles appropriés en conformité avec la réglementation

L'analyse des résultats des divers contrôles effectués

-L'instruction des dossiers » constructeurs » ou qualité attestant de la bonne réalisation des fabrications.

On distingue essentiellement trois méthodes de contrôle pour les soudures telles que :

Le contrôle destructif dans lequel on découpe la pièce pour réaliser des éprouvettes qui seront utilisées pour les essais imposés.

-Le contrôle semi-destructif pour lequel on pratique une entaille, un perçage dans le joint soudé ou on prélève un petit échantillon du joint et que l'on rebouche par soudage.

-Le contrôle non destructif qui ne modifie pas l'état de la pièce.

Chacun de ces contrôles peut être imposé par le bureau d'études ou de méthodes, mais revêt un caractère important aussi bien dans les qualifications du soudeur que pour la qualification de la procédure de soudage.

2. Contrôle destructif

Principalement utilisé pour des productions en séries. Il consiste à prélever certaines pièces sur un lot de pièces soudées, sur lesquelles seront prélevées des éprouvettes qui subiront des essais destructifs tels que :

- L'essai de pliage
- L'essai de traction
- L'essai de dureté
- L'essai de résilience Charpy
- L'essai de fatigue
- L'essai d'éclatement
- L'essai de déboutonnage
- L'examen micrographique
- L'examen macrographique

Les essais nécessaires sont indiqués sur le DMOS – P (Descriptif de Mode Opératoire de Soudage Préliminaire :

* Positionnement des éprouvettes bout à bout des tôles – pleine pénétration (figure 31-a)

Légende

-Eprouvette prismatique de traction largeur = 20 mm sur toute l'épaisseur ;

-Eprouvette cylindrique de traction L = 120 mm d = 10 mm ;

-Eprouvettes de pliage endroit et envers l = 50 mm e = 10 mm ou épaisseur de l'assemblage ;

-Eprouvettes de pliage l = 10 mm e = épaisseur de l'assemblage ;

-Eprouvettes de résilience section 10 x 10 mm, mais peut avoir une section 10 x 7,5 ou 10 x 5 en fonction de l'épaisseur de l'assemblage ;

-Eprouvette de macrographie, micrographie et dureté ;

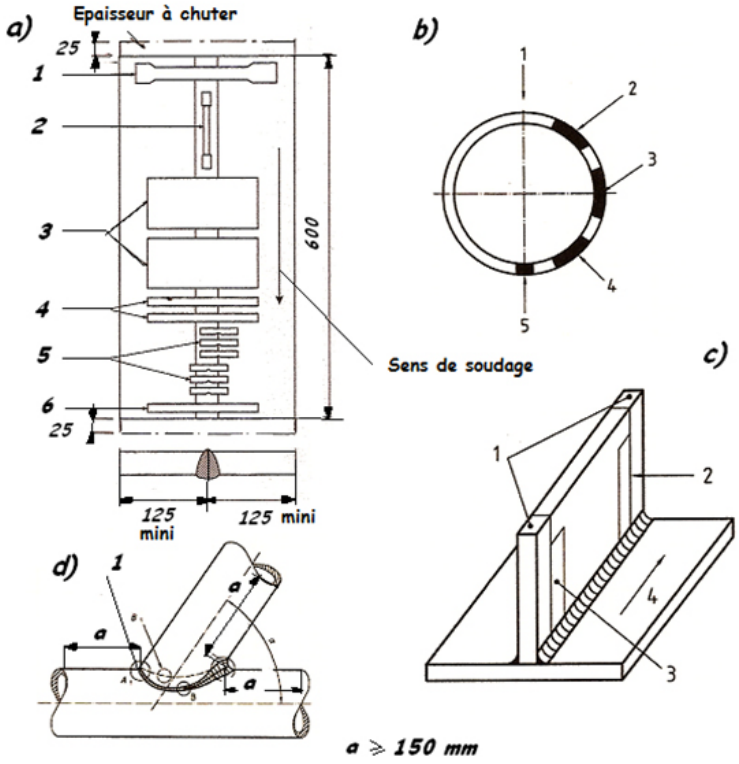


Figure 31 : Position échantillons pour le contrôle des joints soudés [5]

* Positionnement des éprouvettes bout à bout tubes pleines pénétration (figure 31-b) légende

-Partie supérieure pour un tube en position fixe ;

-Aire pour une éprouvette de traction, éprouvettes de pliage ;

-Aire pour éprouvettes de flexion par choc et éprouvettes complémentaires si exigé ;

-Aire pour une éprouvette de traction, éprouvettes de pliage ;

-Aire pour une coupe macro, une éprouvette pour essai de dureté ;

* Positionnement des éprouvettes assemblages (figure 31-c) légende

-Extrémités à chuter ;

-Coupe macro ;

-Sens de soudage ;

* Positionnement des éprouvettes piquages ou soudure d'angle sur tubes (figure 31-d)

-Préparation et accostage des bords suivant le D.M.O.S ;

3. Contrôle non destructif (CND)

3.1. Généralités

Le contrôle non destructif des soudures (CND) porte sur la mise en œuvre de divers examens et essais ne mettant pas en péril la soudure ou l'assemblage réalisé. Le choix de la méthode de contrôle à appliquer dépendra du type d'assemblage, de la nature des matériaux et du type d'équipement. Si ce type d'équipements est soumis aux réglementations (codes de construction, normes), la méthode de contrôle sera souvent imposée par cette réglémentation. La norme EN 473 définit un certain nombre de symboles pour les méthodes usuelles ci-dessous. Ces symboles correspondent généralement à l'abréviation de la désignation anglaise de la méthode.

Les principales méthodes couramment utilisées sont :

-L'examen visuel (VT) ;

-Le ressuage (PT) ;

-La magnétoscopie (MT) ;

-La radiographie (RT) ;

-La technique des ultrasons (UT) ;

-Les courants de Foucault (ET) ;

-Les autres techniques récentes (émission acoustique (AT), thermographie (IT), étanchéité;

-La question qui se pose, c'est de savoir quel type d'essais est le mieux indiqué pour chaque type de défaut ;

Généralement on peut dire que :

-Les défauts de surface sont les mieux décelables par l'examen visuel, le ressuage ou l'examen magnétique, à condition toutefois que la surface soit accessible.

-Les défauts internes sont les mieux décelables par radiographie ou par ultrasons. Pour les défauts internes à 3 dimensions, la radiographie est la plus indiquée (porosités et inclusions par exemple), tandis que les ultrasons sont plus indiqués pour les défauts à 2 dimensions (manque de fusion par exemple).

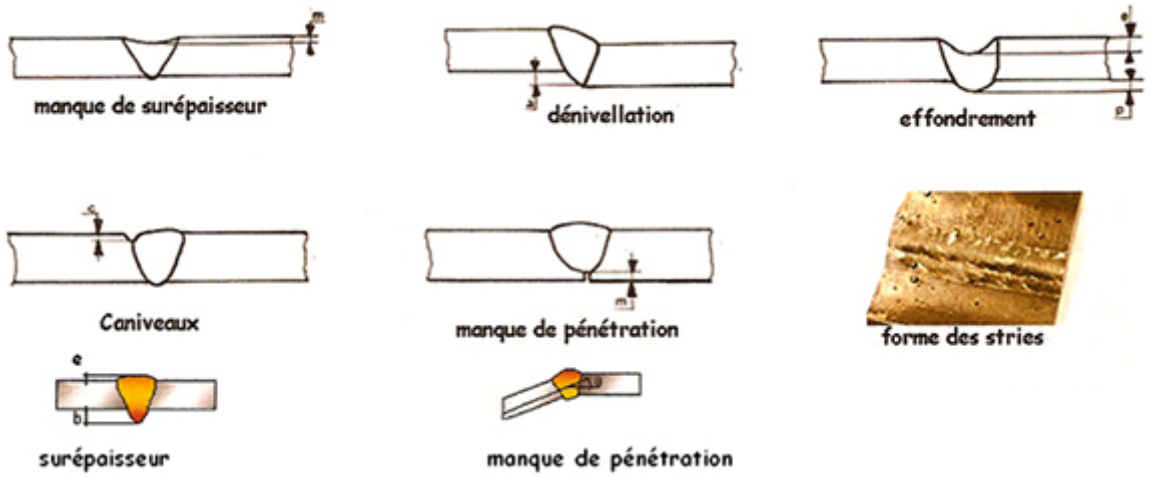


Figure 32 : Quelques défauts fréquents en soudage [5]

La radiographie et les ultrasons sont deux techniques complémentaires dans la recherche des défauts internes.

Notons encore que :

-L'examen magnétique pour les défauts de surface n'est applicable que pour les matériaux magnétiques, à l'exclusion des aciers inoxydables austénitiques par exemple ;

-Contrairement à l'examen par ressuage, cet examen permet de déceler les défauts internes proches de la surface (1 à 2 mm) ;

-Les ultrasons sont indiqués pour des pièces de faibles épaisseurs (< 5 à 6 mm) ;

-L'examen radiographique (RX) n'est généralement pas utilisé pour la recherche des défauts internes sur des pièces de très fortes épaisseurs (absorption trop importante), mais on peut lui substituer des sources de CO (cobalt) ;

3.2. Examen visuel (VT) EN 970

3.2.1. Principe

L'examen visuel de l'endroit et de l'envers des soudures peut fournir des renseignements précieux tels que : la régularité d'aspect du métal déposé, la pénétration, le manque de métal, la position et l'aspect des reprises, les piqûres, le rochage, les fissures etc … La figure 33 illustre examen visuel.

Mais il faut que les surfaces de l'échantillon soient nettoyées avant l'examen visuel. On peut être conduit à utiliser des aides optiques à la vision, pour déceler certains défauts peu visibles à l'œil nu, tels que des loupes simples ou binoculaires munies ou non de dispositifs éclairant. L'éclairage doit être suffisant et bien orienté (figure 33a).

Figure 33 : Examen visuel [5]

Pour l'examen intérieur des corps creux, on utilise des endoscopes (figure 33b). Ces appareils possèdent des jeux de miroirs avec oculaire d'observation ou mini caméra électronique et sont munis d'une source lumineuse.

Lorsque les dimensions et tolérance de dimensions doivent être respectées (ex. surépaisseurs, gorge des soudures d'angle, …) on fera appel à des instruments tels que :

-La règle droite graduée et le mètre ruban ;

-Le jeu de jauges et de cales, calibre de soudure ;

L'essai visuel doit précéder impérativement tous les autres essais ou examens. Ainsi, une soudure doit être considérée comme acceptable suivant les normes après un examen visuel avant de procéder à un examen radiographique par exemple. Après cet essai, il sera réalisé un PV d'examen visuel.

3.2.2. Avantages et inconvénients

3.2.2.1. Avantages

-Mise en œuvre très rapide ;

-Coût très peu onéreux ;

3.2.2.2. Inconvénients

-Il ne permet pas de contrôler les défauts d'aspect ;

-Il ne permet pas les dimensions, les trous et les fissures apparentes ;

Rapport-Gratuit.com

3.3. Ressuage (PT)

3.3.1. Principe

Les produits liquides à faible tension superficielle ont la propriété de s'étendre très facilement sur les surfaces sur lesquelles ils sont disposés et de pénétrer dans les plus fins défauts de compacité qu'elles comportent. Le pétrole ou le gas-oil, par exemple, ont cette propriété. Mais, pour rendre l'indication plus visible, le pénétrant contient soit un colorant.

Exemple

Tétraline : 12 volumes

Xylène : 12 »

Rouge organol : 1 g/l de liquide

Alcali isopropylique : 1 volume

Essuyer et recouvrir de talc, les défauts apparaîtront en rouge ou un produit fluorescent où l'examen sera réalisé en lumière ultra-violette (lumière de Wood).

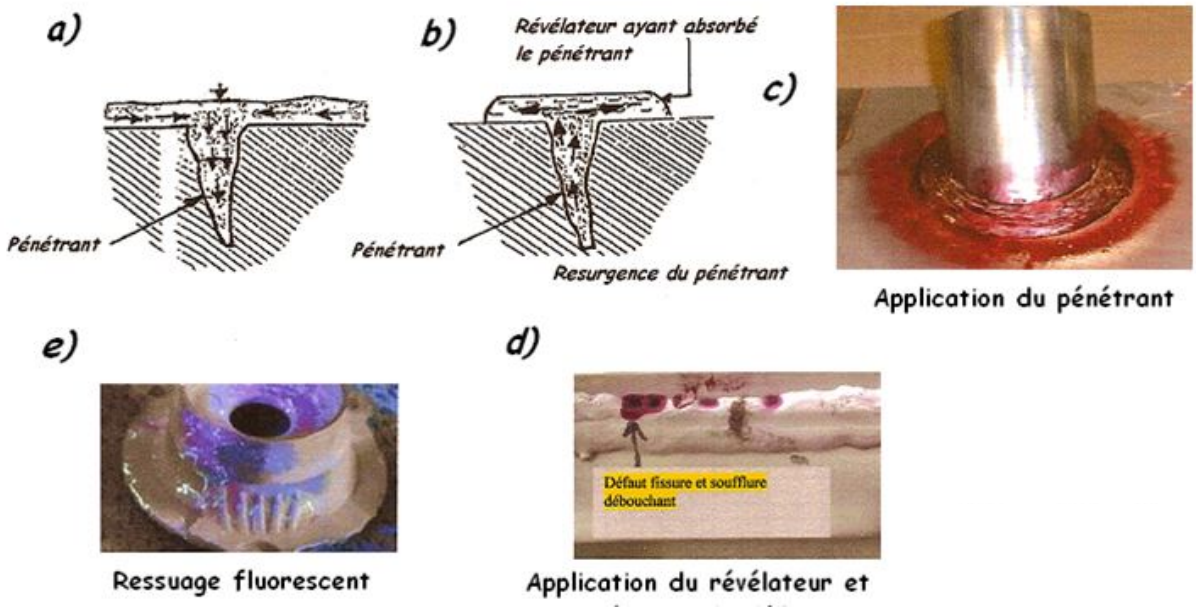


Figure 34 : Examen par ressuage [5]

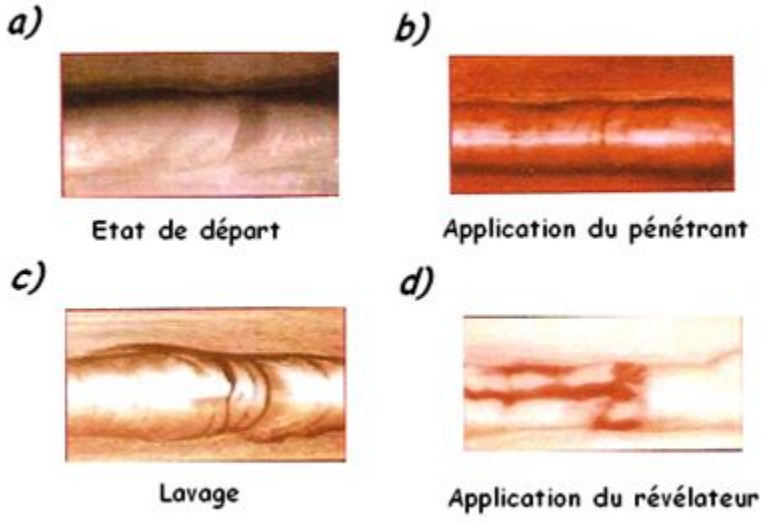


Figure 35 : Les étapes examen de ressuage [5]

3.3.2. Applications

-Avant le soudage : Contrôle de qualité des matériaux de construction ;

-Pendant passes ;

-Après le soudage : Recherche des défauts superficiels sur la soudure et ses abords et vérification de l'étanchéité sur une soudure mono passe ;

3.3.3. Avantages et inconvénients

3.3.3.1. Avantages

- Facilité de mise en œuvre (utilisation de bombe) ;

-» » » sur les chantiers ;

-Bonne sensibilité de détections des défauts débouchant ;

-Contrôle relativement économique et rapide ;

3.3.3.2. Inconvénients

-Impossibilité de révéler les défauts internes et obstruées ;

-Nettoyage rigoureux des pièces à contrôler ;

-Grande expérience nécessaire des opérateurs ;

-Produits dangereux (inflammables volatils et nocifs) ;

-Attention à la pollution due aux déchets liquides ;

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

3.4. Examen magnétoscopique

3.4.1. Principe

Ce procédé de contrôle est basé sur la déformation des spectres magnétiques à la surface des pièces aimantées et provoquées par des hétérogénéités de structure. La déformation des lignes de champ magnétique est mise en évidence par des particules ferromagnétiques jouant le rôle de révélateur.

Seuls, les matériaux ferromagnétiques peuvent être investigués avec ce procédé. Les défauts, pour être décelés doivent déboucher en surface, ce qui conduit à la perturbation maximale du spectre, soit être assez proche de la surface. De toute façon, ils doivent être perpendiculaires aux lignes du champ magnétique. (Les défauts au-delà de 5 mm sont difficilement décelables).

Les pièces devront être démagnétisées à l'issue de l'examen.

La magnétisation requiert généralement des intensités de courant très élevées (jusqu'à 10 000 A). Différents types de témoins permettent de vérifier qu'elle est satisfaisante. Il est plus facile de détecter le défaut, si la plus grande dimension est perpendiculaire aux lignes de force.

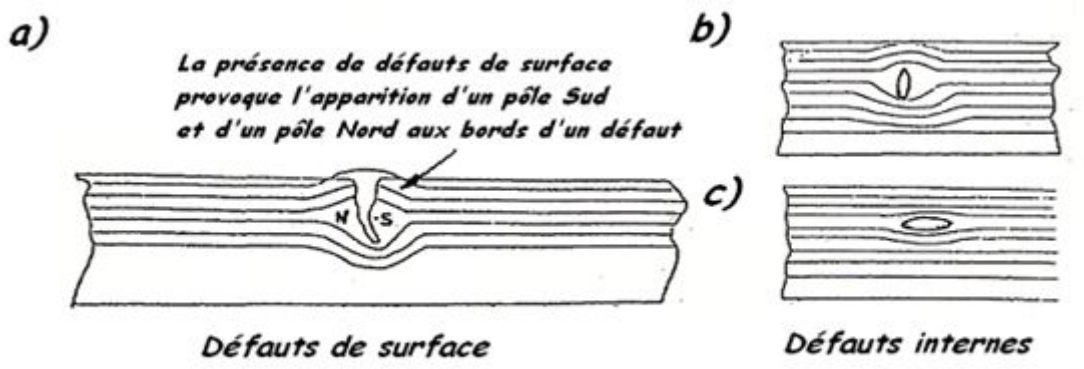


Figure 36 : Schéma de magnétoscopie [5]

3.4.2. Visualisation du champ de fuite

La mise en évidence des lignes de force et leurs déformations est réalisée en répandant sur la zone à contrôler, qui est soumise au champ magnétique, des fines particules (1 à 100 µ) d'oxyde de fer (Fe3 04 – Fe3 O3). Les révélateurs peuvent être appliqués tels quels (révélateur à sec), ou en suspension dans un liquide. La figure 37 illustre schéma de magnétoscopie.

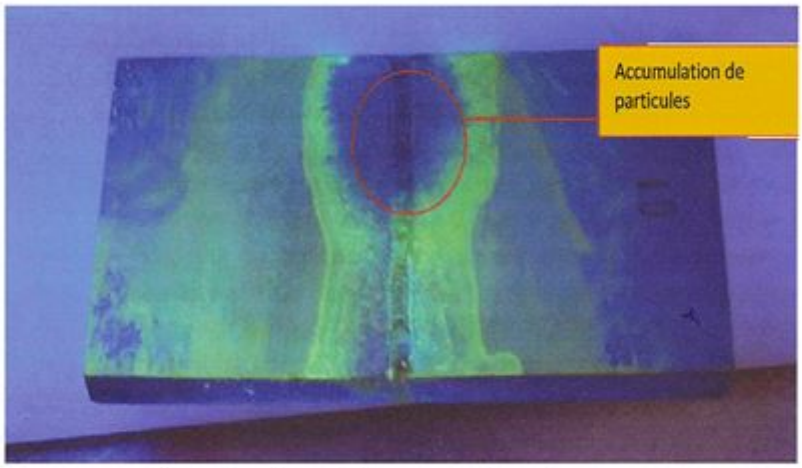


Figure 37 : Schéma de magnétoscopie [5]

-Révélateur à sec : Les particules magnétiques, avec éventuellement un enrobage de couleur pour faciliter la détection, sont projetées à faible vitesse sur la zone à examiner (nuage de poudre). La couleur de la poudre sera choisie en fonction de la couleur de pièce afin d'obtenir le meilleur contraste possible.

-Révélateur humide : Constitué par une suspension de poudre magnétique dans un liquide tel que l'eau, l'huile ou le pétrole. L'application peut se faire par arrosage ou via un pinceau. La teneur en poudre magnétique varie selon le procédé d'application (5 à 20 g/l). Il faut souvent agiter le liquide pour obtenir l'homogénéité afin de ne pas l'appauvrir en poudre de fer.

3.4.3. Techniques de magnétisation des pièces à examiner

Il y a deux grands types de magnétisation :

La magnétisation longitudinale : Un champ magnétique longitudinal est provoqué dans le pièce pour rechercher les défauts transversaux. Le champ magnétique peut être créé de différentes façons telles que :

-L'induction par solénoïde (figure 38a) ;

-L'induction par électro-aimant (figure 38b) => Un capteur détecte la perturbation du flux créer par l'électro-aimant, la mesure est continue et applicable sur de grandes étendues ;

-Procédure de magnétisation avec le système » YOKE » (figure 38c,d) ;

-La magnétisation circulaire ou transversale : Un champ magnétique circulaire est provoqué dans la pièce, pour rechercher des défauts longitudinaux. Le champ magnétique peut être créé de diverses façons ;

-Circulation directe de courant d'une extrémité à l'autre de la pièce (figure 39a) ;

-Circulation directe du courant localisé par touches de contact (figure 39c) ;

-Introduction d'un champ magnétique dans les pièces annulaires dont il est nécessaire de contrôler tant leur surface intérieure qu'extérieure (figure 39b)

3.4.4. Mise en œuvre du contrôle

La surface à contrôler doit être brossée. On peut améliorer la visibilité en blanchissant la surface avec une solution de silice fossile dans l'alcool. Une surface rugueuse réduit cependant la sensibilité du contrôle. Dans le cas d'une soudure, un cordon brossé, non meulé, peut être acceptable, surtout si l'on recherche des défauts perpendiculaires aux » vagues « . L'examen des spectres s'effectue en lumière visible ou en lumière de Wood dans le cas de poudre fluorescente. Après chaque contrôle, il est nécessaire d'éliminer l'aimantation rémanente soit par chauffage des pièces à une température supérieure au point de Curie (775 °C pour le Fe ; 350 °C pour le Ni et 1000 °C pour le Co), soit par effet de cycles d'aimantation d'intensité maximal décroissante.
Après cet essai, il sera réalisé un PV d'examen magnétoscopique, pratiquement identique à celui du ressuage.

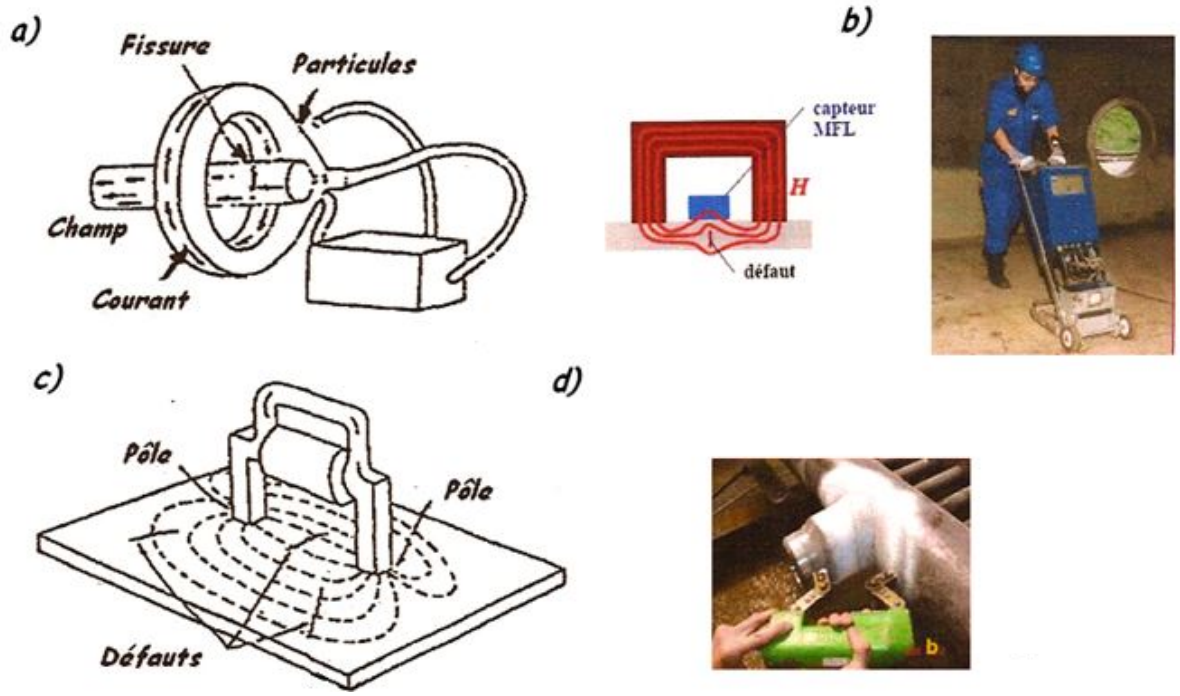


Figure 38 : Matériel de magnétoscopie [5]

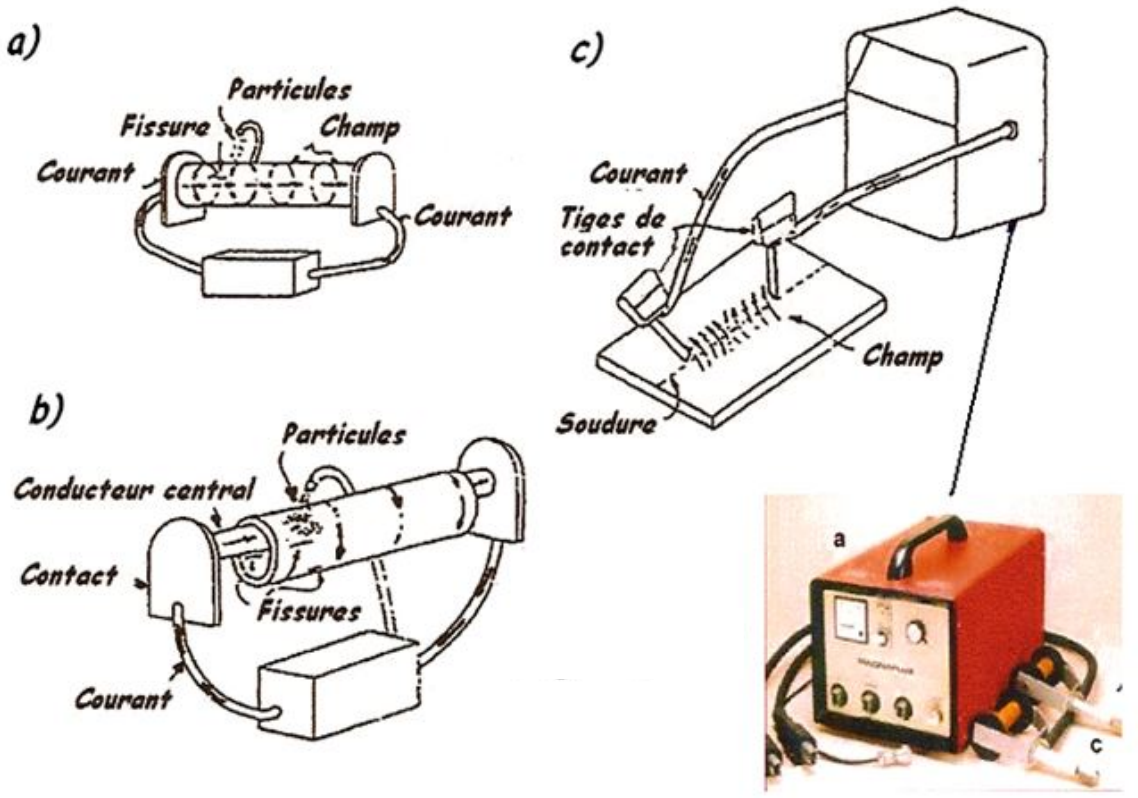


Figure 39 : Matériel de magnétoscopie [5]

3.4.5 Avantages et inconvénients

3.4.5.1. Avantages

-Les défauts sous jacents peuvent être détectés de 1 à 2 mm à partir de la surface ;

-Examen économique et facile à mettre en œuvre sur chantier, résultats très rapides ;

3.4.5.2. Inconvénients

-Examen ne s'appliquant qu'à des alliages susceptibles d'être démagnétisés (aciers magnétisables) ;

-Délicat à mettre en œuvre pour des pièces de grandes dimensions ou de formes complexes ;

-Risque d'amorçage d'arc et d'échauffement des pièces en surface au niveau des contacts électriques ;

-Nécessité de démagnétiser et nettoyer les pièces après contrôle ;

-Hygiène et sécurité : utilisation de lumière UV, utilisation, stockage et élimination de produits chimiques dont certains sont inflammables ;

3.5. Examen radiographique (RT)

3.5.1. Principe de la méthode

La radiographie est une méthode non destructive d'examen des matériaux par '' transparence '' basée sur l'inégalité d'absorption des radiations ionisantes (X ou γ). Les rayons X et γ sont des ondes électromagnétiques de même nature que les ondes hertziennes, la lumière visible et les ultraviolets, dont elles ne diffèrent que par leurs longueurs d'ondes plus courtes. De là d'ailleurs leur pouvoir de pénétration. Les rayons émis qui ont à traverser une certaine épaisseur subissent un affaiblissement plus grand que ceux qui traversent une épaisseur moindre ou la même épaisseur d'un matériau moins absorbant. Dès lors, l'intensité du rayonnement émergeant varie en fonction de ces paramètres.

Si nous exposons, par exemple, une pièce métallique dans laquelle il y a une cavité, à des rayons ionisants et que nous plaçons un film argentique de l'autre côté de cette pièce, nous pourrions localiser la cavité sur ce film, après développement de celui-ci, à cause d'une impression plus foncée sur un film plus clair (absorption moindre à l'endroit de la cavité). L'image peut également être visible sur un écran photo stimulable à mémoire utilisable ou sur détecteurs numériques. Si l'on radiographie un cordon soudé au TIG, dans lequel il y a des particules fusionnées de tungstène provenant de l'électrode, celles-ci apparaîtront sur le film comme des points clairs dans un cordon moins clair; le tungstène absorbe effectivement plus de rayonnement que l'acier au carbone.

3.5.2. Sources utilisées

3.5.2.1. Sources à rayons X

Elles émettent les rayons qu'après (figure 40) application d'une haute tension à un circuit générateur.

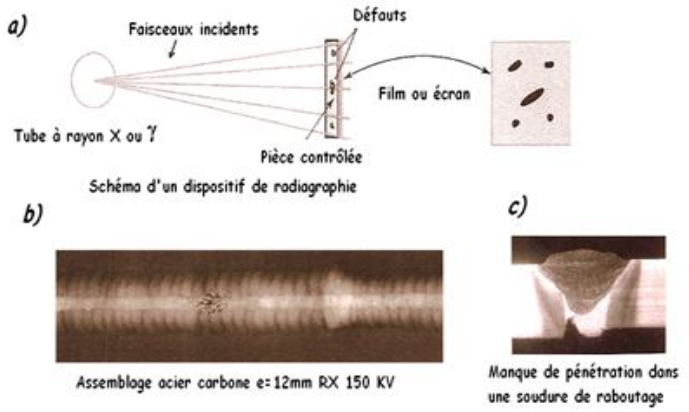


Figure 40 : Défauts vue en radiographie [5]

L'intensité de ce rayonnement est réglable par cette tension. Elles ont un spectre continu avec une énergie qui est inversement proportionnelle à la longueur d'onde. La source est placée à l'extérieur d'une tuyauterie.

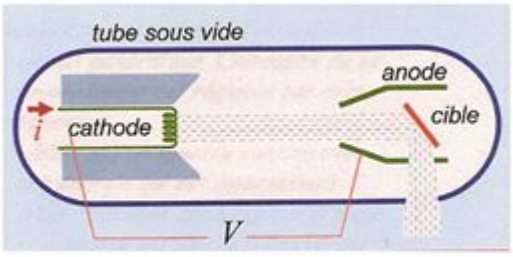


Figure 41 : Radiographie anode cathode [5]

Le rayonnement est plus orienté donc moins dangereux pour l'opérateur et les personnes situées aux alentours.

La qualité du film est meilleure que pour une source γ.

3.5.2.2. Sources à rayons γ (Ytterbium)

Ce sont des isotopes (Ir 192, Co 60, ….), qui émettent continuellement des rayons. L'intensité de ce rayonnement est propre à la source et non réglable (hors service, elles sont stockées dans un container spécial blindé).

-Le mécanisme d'éjection permet de positionner la source à l'endroit requis pour l'exposition ;

-Elles sont utilisées pour des tubes de forte épaisseur, la source étant centrée dans le tube ;

-Elles ont un spectre discontinu avec une énergie constante ;

Elles sont beaucoup plus maniables que les sources à rayon X ;

-La source peut être placée à l'intérieur ou à l'extérieur du tube. La figure 42 illustre autre source en radiographie.

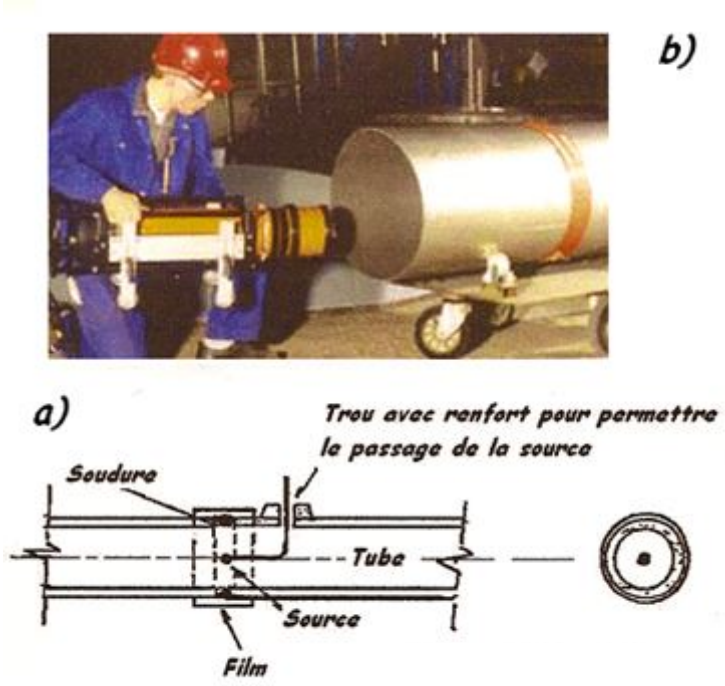


Figure 42 : Autre source en radiographie [5]

3.5.3. Avantages et inconvénients

3.5.3.1. Avantage

-Détection de surface ou volumique dans tous les matériaux ;

-Energie X disponibles : de quelques KeV jusqu'à 15 MeV ;

-Possibilité de radiographier des formes complexes et des épaisseurs d'acier variant de quelques micromètres à 600 mm ;

-Dimensionnement et identification possibles des défauts ;

-Sensibilité de détection des défauts très élevée pour certaines techniques ;

-Sensibilité de détection de l'ordre de quelques µm avec grossissement ;

-Examen possible en temps réel (radioscopie) ;

-Pas de zone morte sous la surface ;

3.5.3.2. Inconvénients

-Difficulté de localiser des défauts en profondeur

-Coûts de fonctionnement élevés (source de rayonnement, entretien matériel, films radiographiques, contrôles obligatoires, radioprotection ….)

-L'interprétation des radiogrammes est souvent délicate et nécessite une formation des opérateurs de niveau élevé ainsi que d'une grande expérience.

3.5.4. Inconvénients en hygiène et sécurité

-Les rayonnements utilisés sont dangereux et peuvent provoquer des maladies professionnelles graves ;

-Les opérateurs doivent posséder le C.A.MA.R.I. Pour pouvoir manipuler les différentes sources ;

-Les opérateurs sont classés travailleurs de catégorie » A » et porteurs d'un dosimètre individuel ;

3.6. Examen par ultrasons (UT) EN 1714-10

3.6.1. Principe

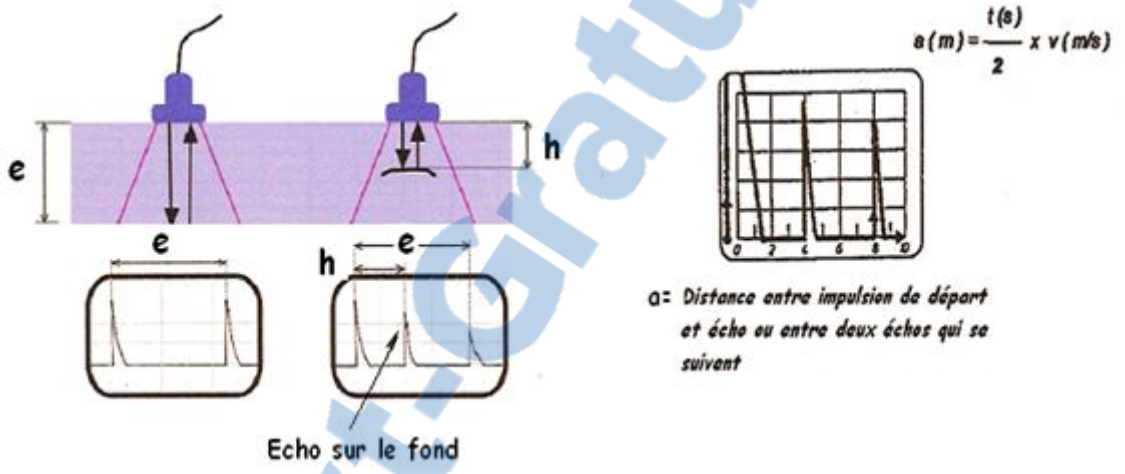


Figure 43 : Schéma contrôle par ultrasons [5]

Les ultrasons sont des ondes élastiques, tout comme les sons audibles; ils ne diffèrent de ceux-ci que par leur domaine de fréquence. Si ces ondes ultrasonores sont envoyées perpendiculairement à la surface d'une pièce à faces parallèles, ces ondes vont se réfléchir sur la paroi opposée et revenir vers le cristal qui va transmettre le signal à l'appareil à ultrasons.

3.6.2. Vitesse de propagation

Les ondes sonores et US se déplacent grâce à un support, qu'il soit gazeux, liquide, ou solide. Lorsque la direction du déplacement des particules de ce support est la même que celle de la propagation des ondes, on a des ondes longitudinales (ou de compression). Si les particules se déplacent perpendiculairement à la direction de propagation des ondes, on a des ondes transversales (ou de cisaillement).

Notons que ces ondes transversales n'existent pas dans les milieux gazeux et liquide.

Les vitesses de propagation dans les métaux sont fonction du module d'élasticité longitudinale (E) pour les ondes longitudinales (L) et (G) pour les ondes transversales (T), ainsi que leur masse volumique. Le tableau donne la vitesse de propagation dans les milieux

les plus usuels.

Toute onde est un phénomène périodique ayant une certaine fréquence (f > à 20 kHz), c'est-à-dire un nombre de cycles par seconde et une certaine longueur d'onde (l) qui est la distance pour parcourir une onde. La vitesse de propagation d'une onde est dès lors : v = l x f

Les US en milieu homogène se propagent en ligne droite et à vitesse constante, qui ne dépendra que du milieu de propagation et du type d'onde employé.

3.6.3. Avantages et inconvénients

3.6.3.1. Avantages

-Contrôle possible de compacité de la totalité d'un volume donné ;

-Positionnement des indications détectées dans l'épaisseur ;

-Haute sensibilité de détection des défauts, notamment pour la recherche des défauts plans ;

-Localisation et dimensionnements des défauts ;

-Examen à partir d'une seule face souvent suffisant ;

-Détection instantanée, se prête bien à l'automatisation ;

-Transportabilité ;

3.6.3.2. Inconvénients

-Pour les contrôles manuels, une grande expérience des opérateurs est requise ;

-Méthode impliquant un très haut niveau de technicité ;

-Sensible à la géométrie (formes, rugosité, zones mortes) ;

-Assujetti à un couplage pièce / palpeur ;

-Nécessite absolument l'utilisation de blocs de référence difficiles à fabriquer ;

-Sensible à la nature et à l'orientation des défauts ;

-Technique souvent très coûteuse (investissement, temps de contrôle) ;

4. Conclusion

Le contrôle approprie à notre projet est le ressuage.

Chapitre 4 : Réalisation un banc de flexion pour vérification des défauts de soudage

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1. Réalisation un banc de flexion pour vérification des défauts de soudage

1.1. Introduction

Ce chapitre présente les étapes de réalisation et conception d'un banc de flexion pour vérification des défauts de soudage. L'entreprise SOGERWITH au niveau de l'atelier de soudage (figure 44).

Figure 44 : Atelier de mécano soudure

2. Principe de l'essai de pliage :

L'essai de pliage consiste à soumettre une éprouvette rectiligne de section pleine, polygonale à une déformation plastique par pliage. L'éprouvette est pliée jusqu'à l'obtention d'un angle spécifique. L'essai de pliage est régit par la norme NF EN 910 :1996

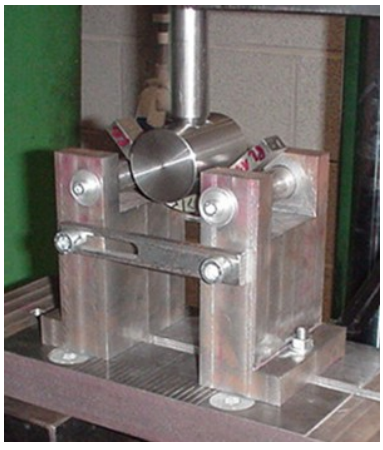


Figure 45 : machine d'essai de pliage [4]

3. Différents essais de pliage

3.1. Essai de pliage transversal à l'envers

Le poinçon sera en contact avec la racine du cordon, et l'allongement maxi sera sur la finition du cordon.

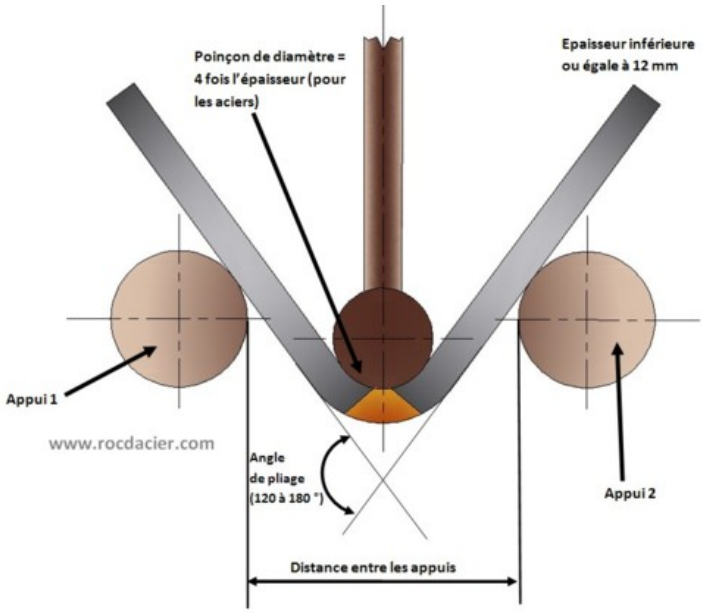


Figure 46 : essai de pliage à l'envers [4]

3.2. Essai de pliage transversal envers

Le poinçon sera en contact avec la finition du cordon, et l'allongement maxi sera sur la racine du cordon.

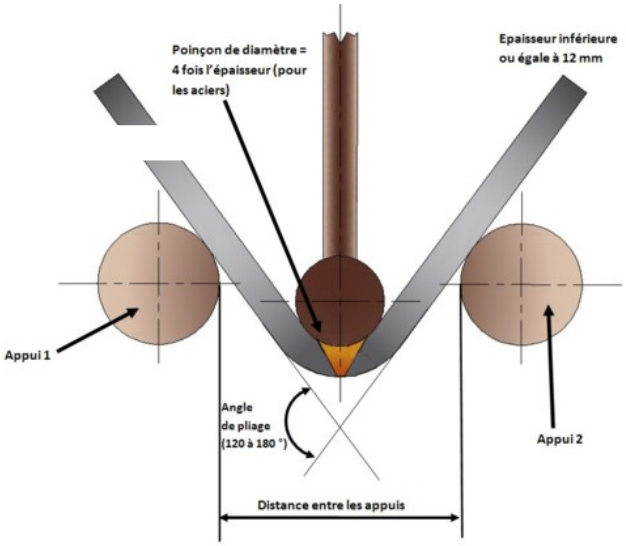


Figure 47 : essai de pliage envers [4]

3.3. Essai de pliage transversal de côté

On teste la section de la soudure à l'allongement.

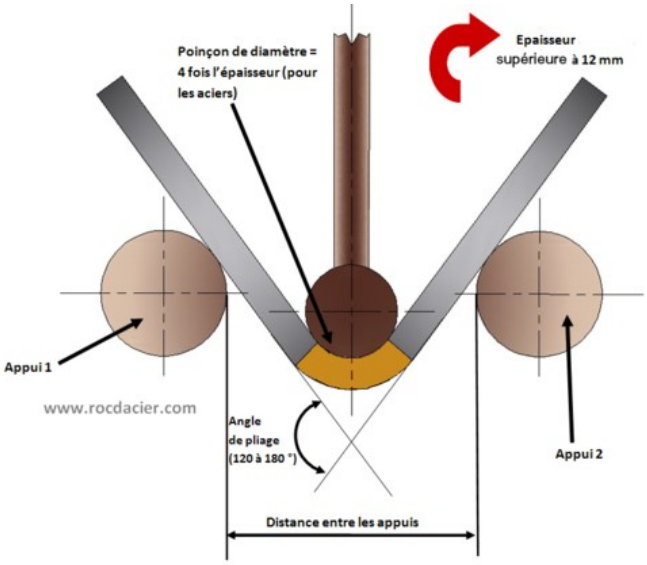


Figure 48 : Essai de pliage de côté [4]

3.4. Essai de pliage longitudinal

Dans le cas du pliage longitudinal, l'éprouvette est prélevée parallèlement au cordon de soudure.

4. Précautions pour la préparation des éprouvettes

-Découpe mécanique ou thermique autorisée ;

-Modifications des propriétés interdite (effet de trempe par découpe thermique, allongement important pour du cisaillage, par exemple) ;

-Cisaillage interdit pour les épaisseurs supérieures à 6 mm ;

-Bords de l'éprouvette arrondis (r =0,2x épaisseurs, avec un maxi de 3 mm) ;

-Etat de surface sans entailles ou rayures ;

-Sauf cas exceptionnels, surépaisseurs de soudure éliminées ;

5. Dimensions normalisées selon EN 910

5.1. Longueurs

La longueur Lt des éprouvettes doit être Lt=l + 2R avec :

Lt : longueur totale de l'éprouvette

l : distance entre les rouleaux

R: rayon des rouleaux

5.2. Largeurs

a) Essais de pliage transversal endroit ou envers :

1) Pour les tôles en acier, la largeur b de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à 1,5 fois a, avec un minimum de 20 mm (avec a épaisseur de l'éprouvette)

2) Pour les tubes, la largeur b de l'éprouvette doit être au moins égale à :

- pour les tubes de diamètre = 50 mm : t + 0,1 D (avec un minimum de 8 mm) ;
- pour les tubes de diamètre > 50 mm ; t + 0,05 D (avec un minimum de 8 mm et un maximum de 40 mm) ;

NOTE : Pour un diamètre extérieur D supérieur à 25 fois l'épaisseur du tube, l'éprouvette peut être prélevé selon les modalités prévues pour les tôles planes.

b) Essais de pliage transversal de côté :

La largeur b de l'éprouvette doit être, en général, égale à l'épaisseur de paroi du matériau de base à proximité de l'assemblage soudé.

c) Essais de pliage longitudinal :

La largeur b de l'éprouvette doit être :

b = Ls + 2 b1 (voir tableau 2 de la norme EN 910 ci-après)

Tableau 2 : Déférents des matériaux

Matériaux	*a*	*b* (voir figure 1c))
Acier	≤ 20 > 20	$L_s + 2 \times 10$ $L_s + 2 \times 15$
Aluminium, cuivre et leurs alliages	≤ 20 > 20	$L_s + 2 \times 15$ $L_s + 2 \times 25$
Pour les autres matériaux métalliques, la largeur de l'éprouvette doit être convenue entre les parties contractantes		

Schémas et conventions courantes :

-Éprouvette de pliage transversal de côté sur une soudure bout à bout

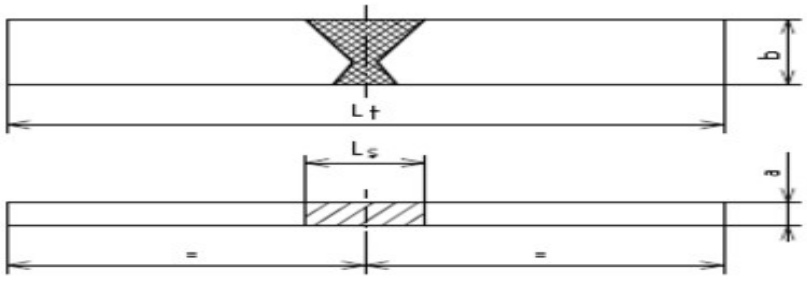


Figure 49 : Éprouvette pliage transversal [4]

-Éprouvette de pliage longitudinal sur une soudure bout à bout

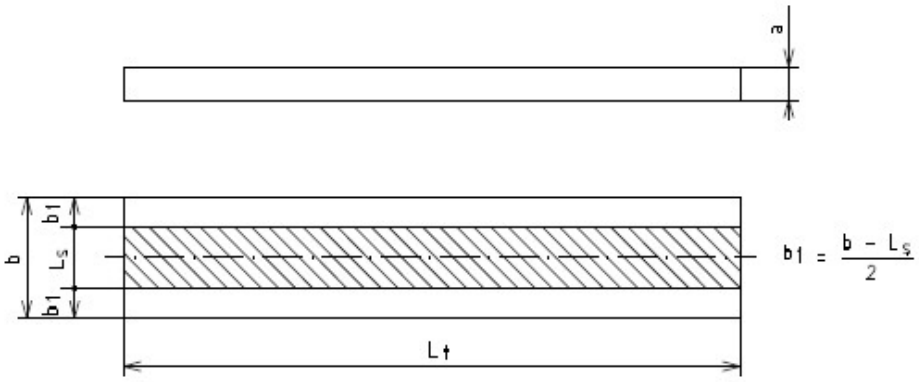


Figure 50 : Éprouvette pliage longitudinal [4]

5.3. Ecarts entre les appuis pour l'essai

Cas du pliage transversal et longitudinal :

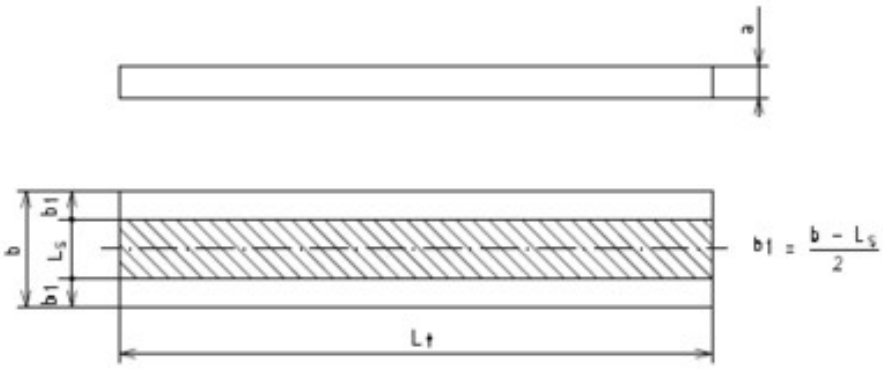


Figure 51 : Ecart entre appuis [4]

La norme impose un écart entre l'extérieur des rouleaux compris entre 2 et 3 fois l'épaisseur pour le pliage endroit ou envers transversal

Cas du pliage de coté :

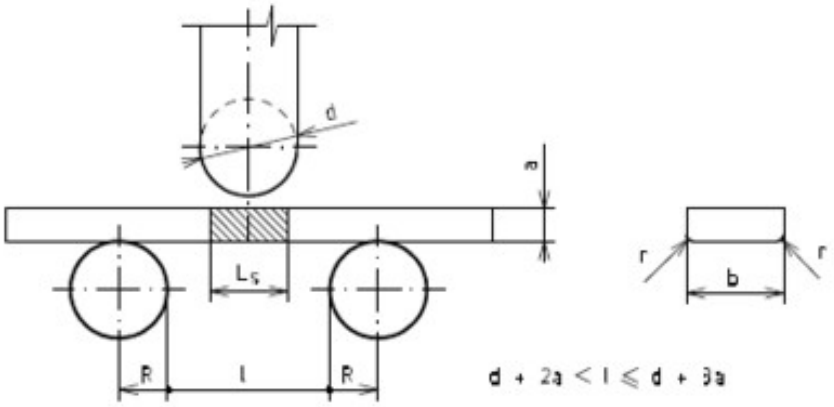
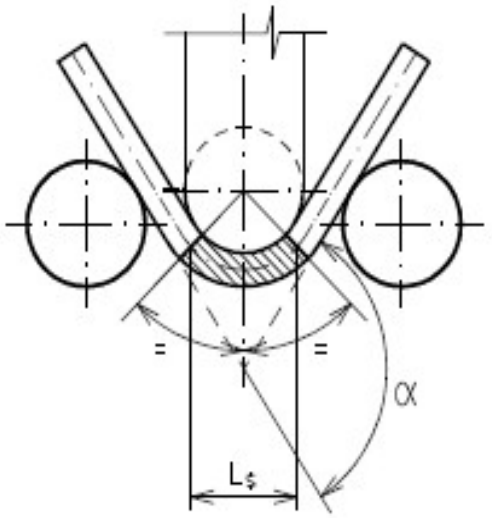


Figure 52 : Ecart entre appuis [4]



La norme impose un écart entre l'extérieur des rouleaux compris entre 2 et 3 fois l'épaisseur pour le pliage endroit ou envers transversal et le diamètre du poinçon doit être supérieur ou égal d≥ (1,3 x Ls)-a

6. Résultats de l'essai

Après l'essai les surfaces en compression et celles en extension sont examinées. Sauf spécification contraire, les défauts de moins de 3 mm de long sur les arêtes des éprouvettes ne doivent pas être considérés comme des causes d'échec de l'essai.

Des études d'allongement peuvent être effectuées.

Nota : Le diamètre des rouleaux (appuis) doit être d'au moins 20 mm

Éprouvette de pliage longitudinal sur une soudure bout à bout (RBB et FBB)

7. Des symboles

a : Épaisseur de l'éprouvette

b : Largeur de l'éprouvette

b1 : Largeur hors de soudure

c : Épaisseur du revêtement

d : Diamètre extérieur du tube

D : Diamètre du poinçon

Lo : Longueur initiale entre les repères

Ls : Largeur maximale de la soudure après usinage

Lt : Longueur totale de l'éprouvette

R : Rayon des rouleaux

r : Rayon d'arrondi des arêtes de l'éprouvette

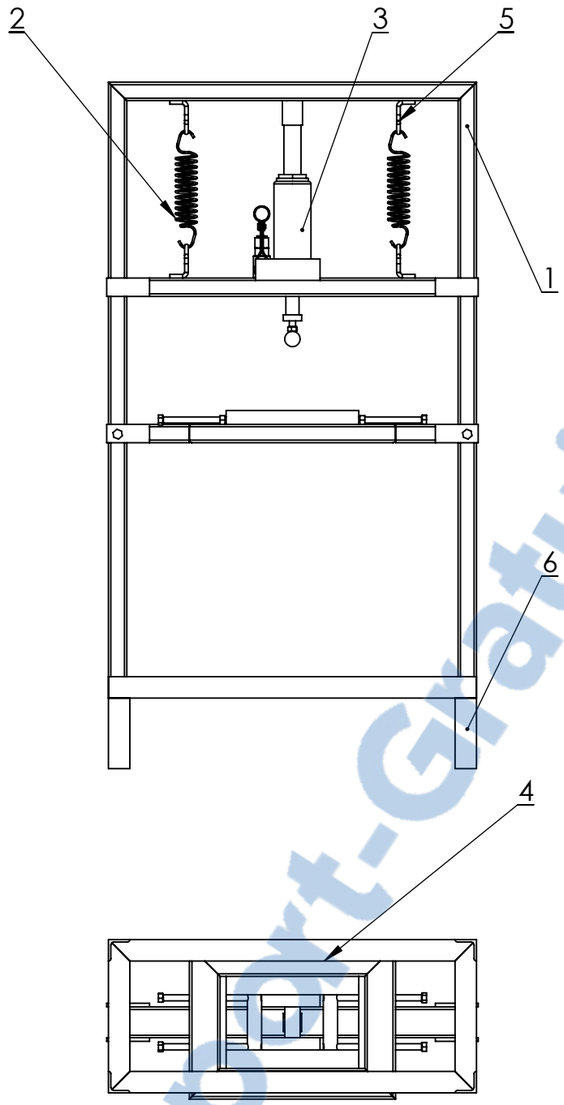
T : Épaisseur de l'assemblage soudé ou du matériau support sous le placage

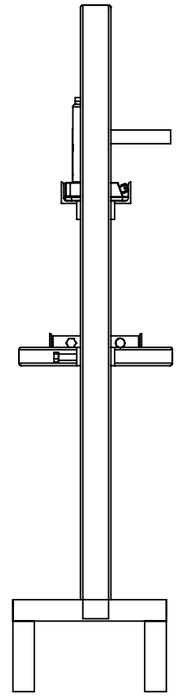
α: Angle de pliage

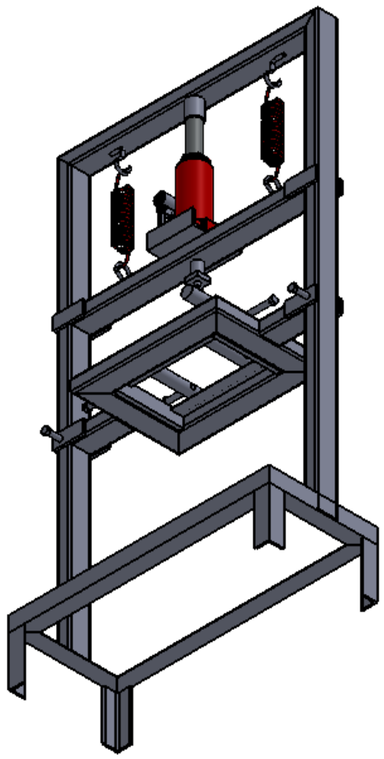
L : Distance entre les rouleaux

Lf : Distance initiale entre le point de contact du rouleau et l'axe de la soudure

8.Dessin technique







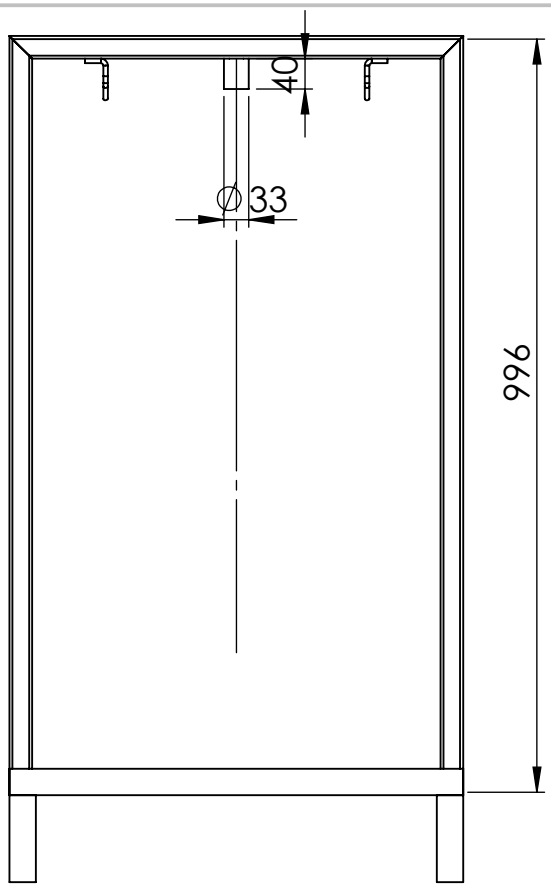
Tolérance générale: ± 0.25

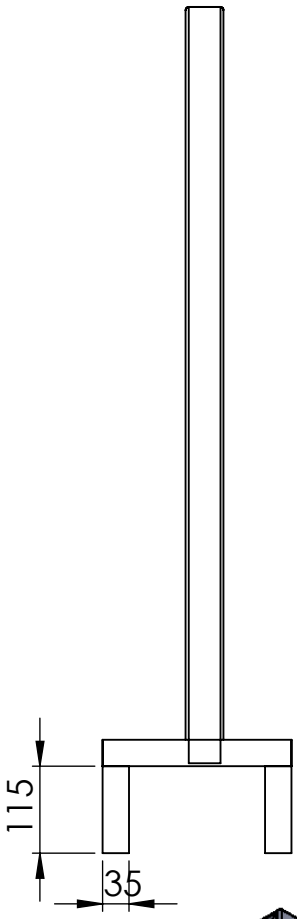
Etat de surface général: Brut

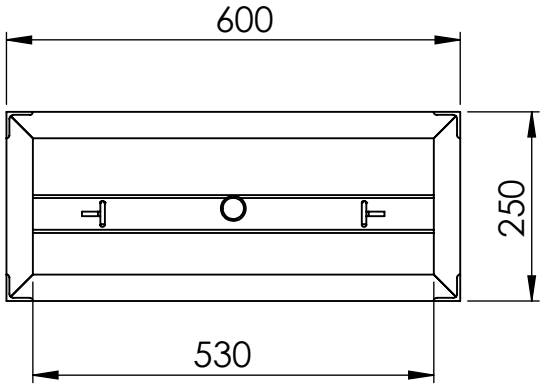
Rep	Nb	Designations	Matiéres	Observations
6	4	Corniére 25x25	E335	
5	4	Crochet	C25	Magasin
4	1	Table	C25	Magasin
3	1	Cric		Magasin
2	2	Ressort	51 si 7	Magasin
1	1	Tube 50x30	S235	Magasin

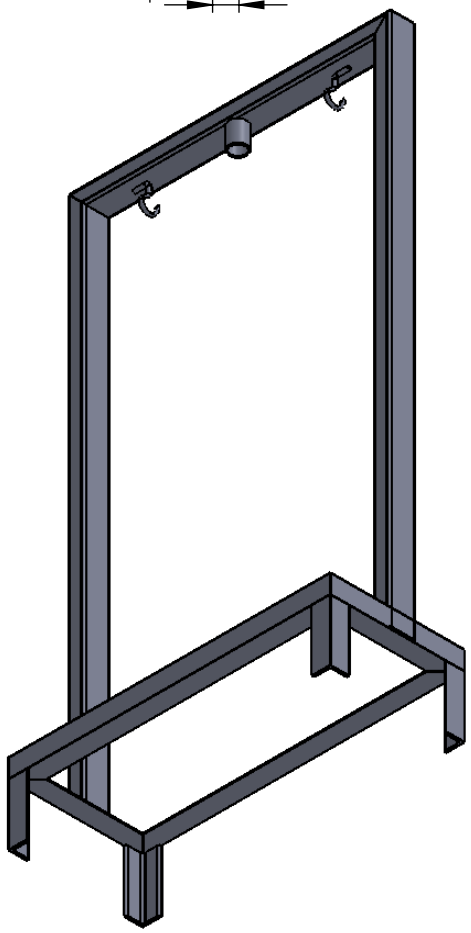
Echelle 1:10	Université Tlemcen	GM-ASM
PFE Master	Apparail de flexion pour verification des défauts de soudage	2017/2018
		A3

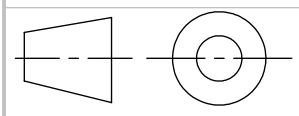
Rapport-Gratuit.com

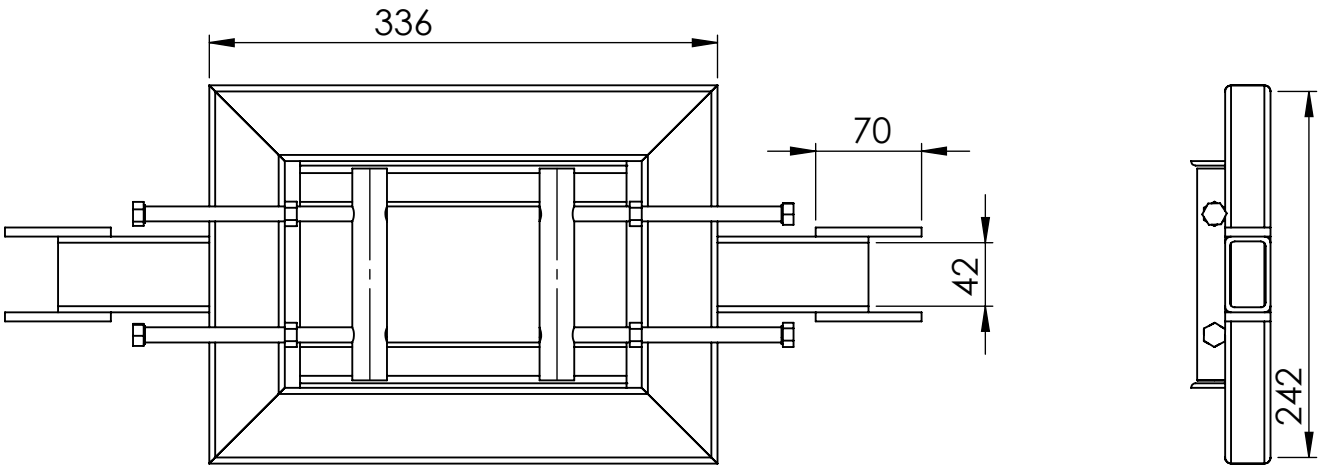


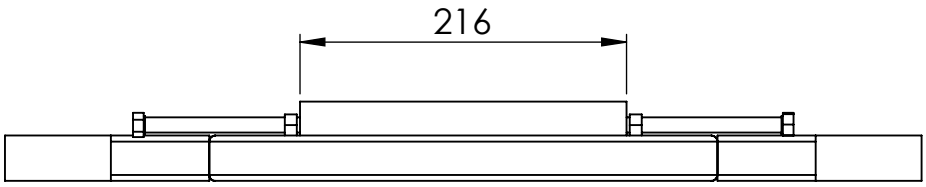


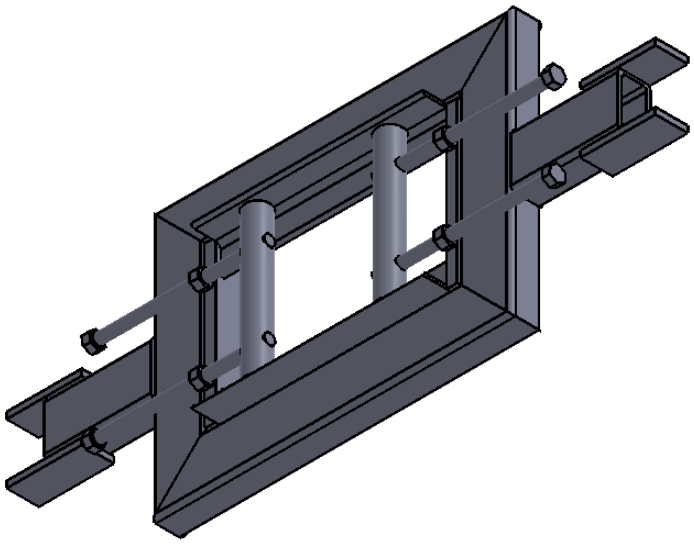




Echelle 1:10	Université Tlemcen	GM-ASM
	Cadre	2017/2018
PFE Master		A4

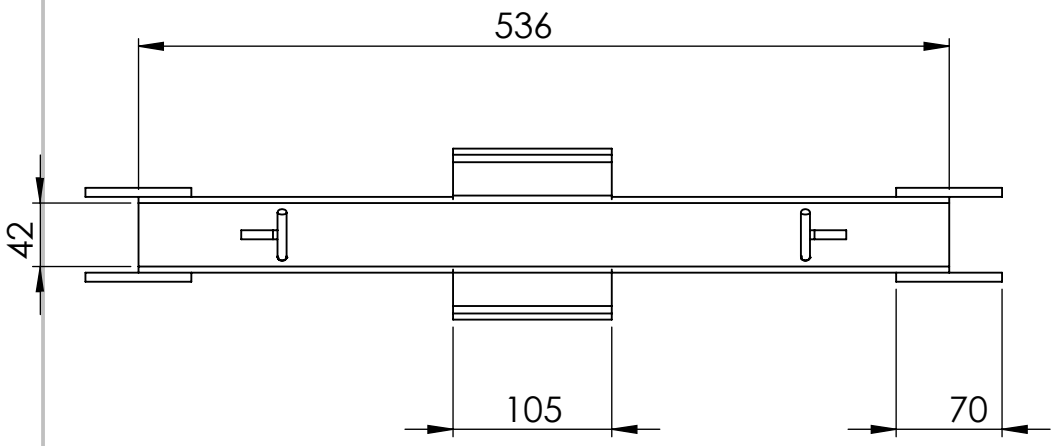


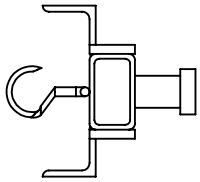


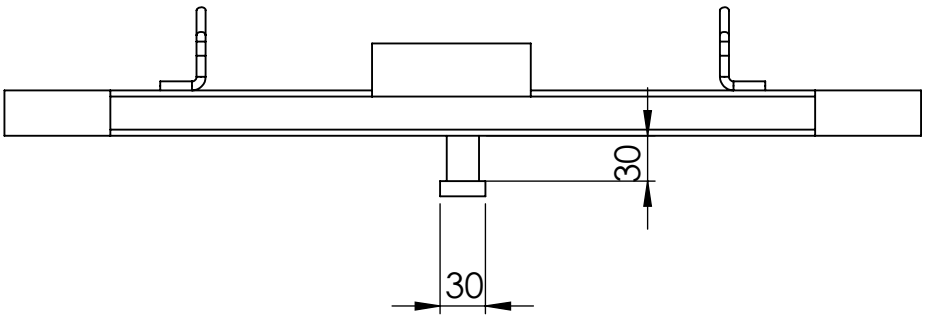


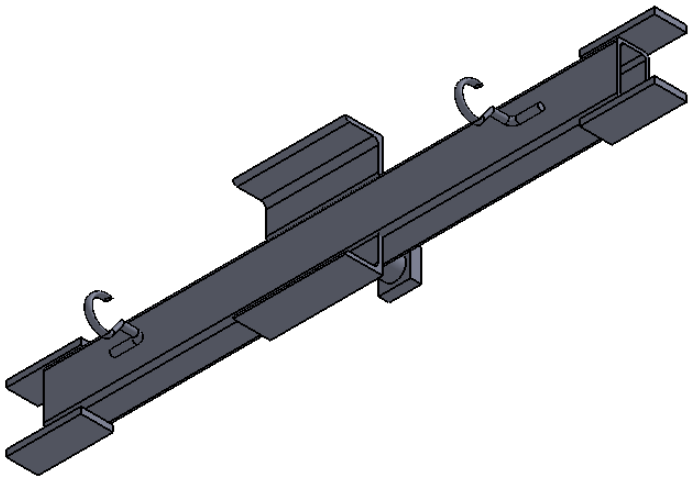
Echelle 1:10	Université Tlemcen	GM-ASM
	Table	2017/2018
PFE Master		A4

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

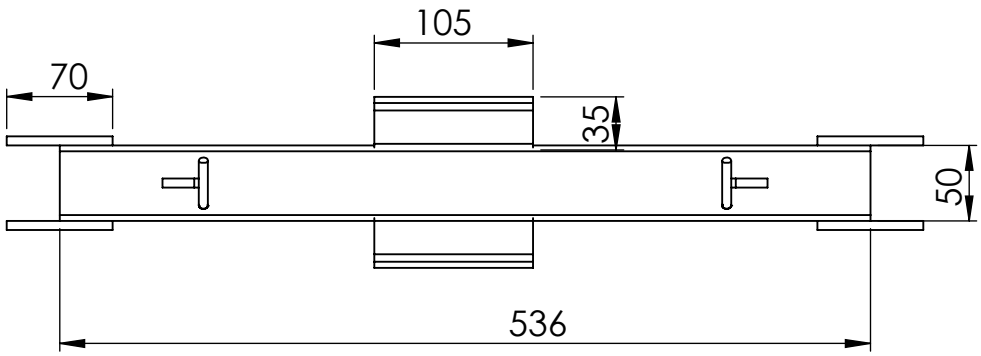


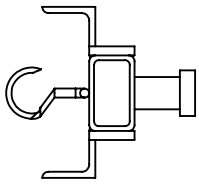


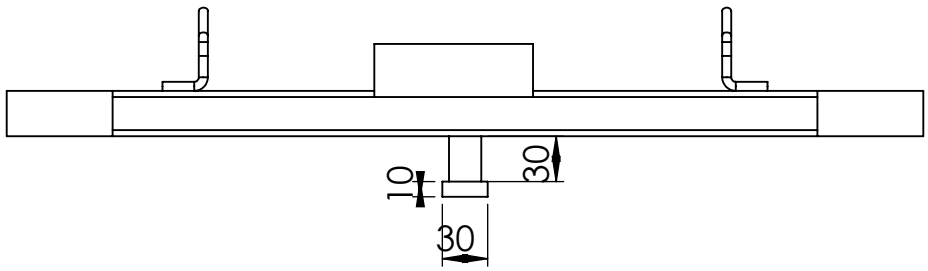


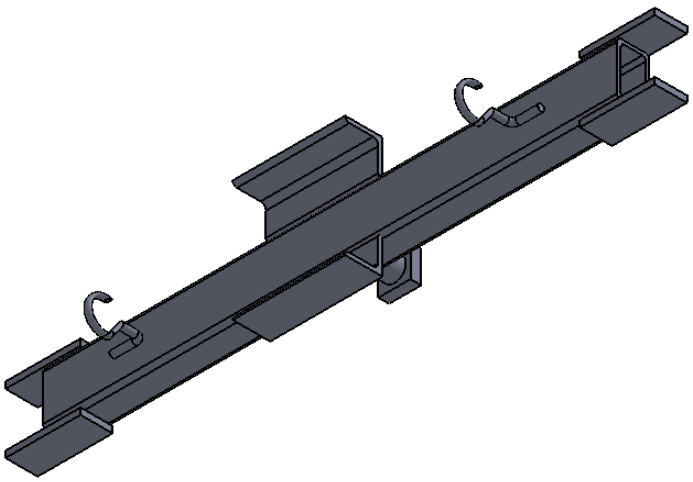


Echelle 1:10	Université Tlemcen	GM-ASM
	glisseur	2017/2018
PFE Master		A4

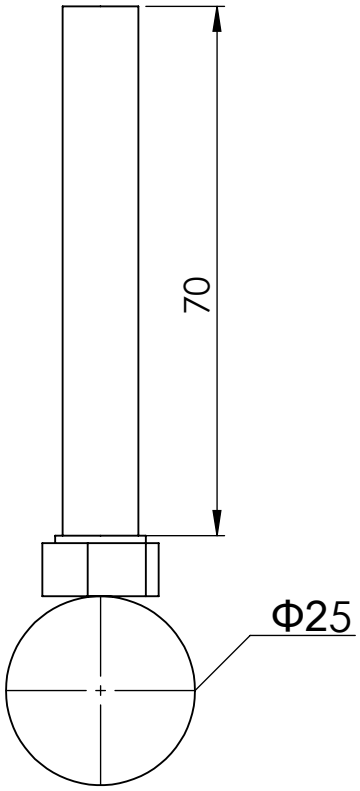


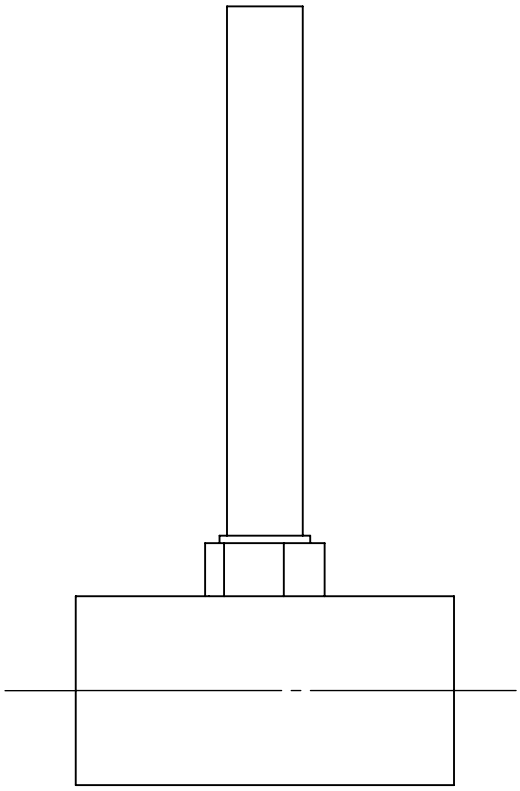


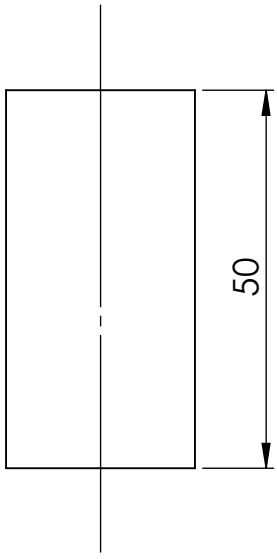


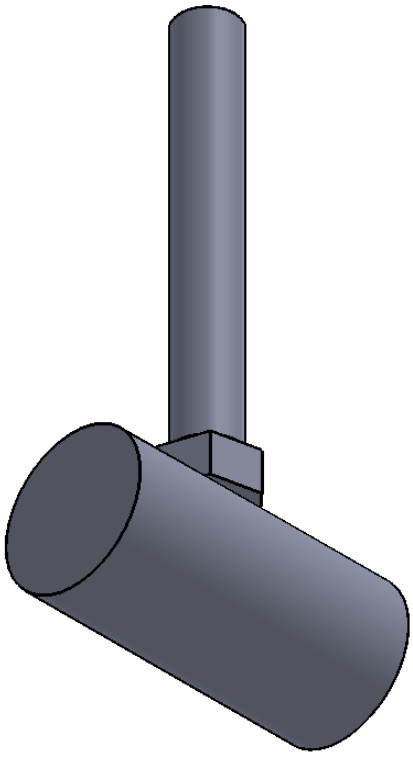


Echelle 1:5	Université Tlemcen	GM-ASM
	Base	2017/2018
PFE Master		A4

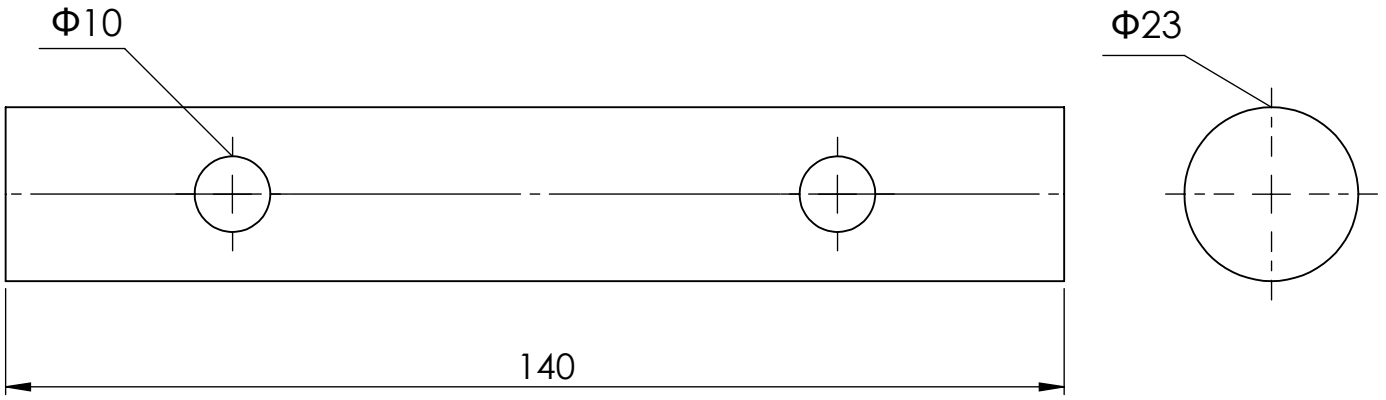


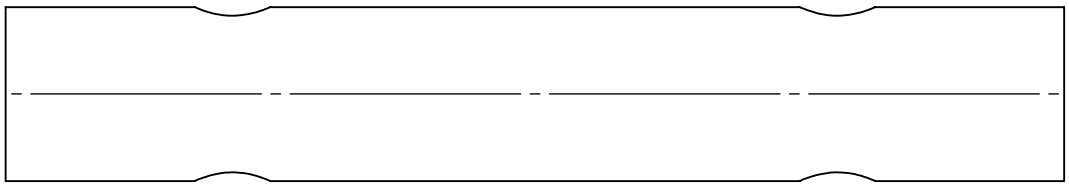


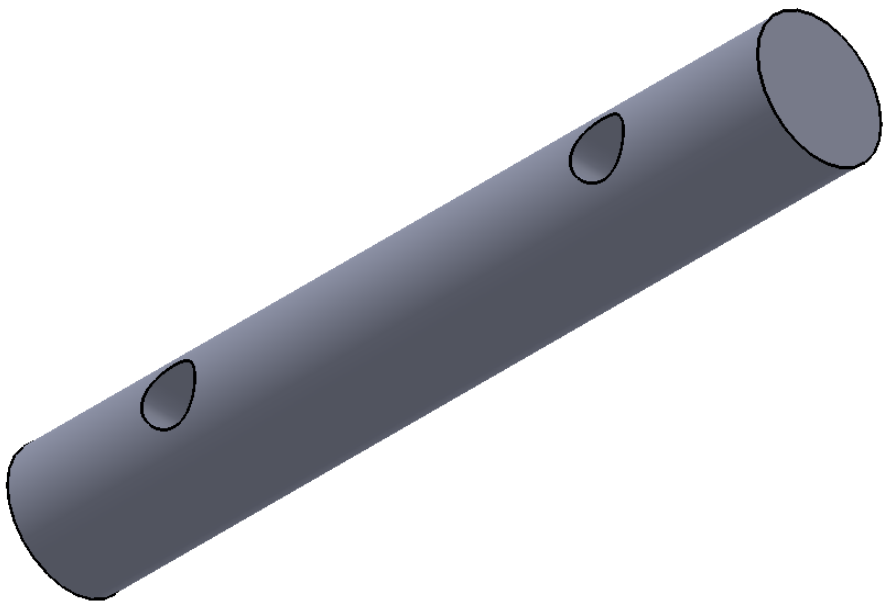


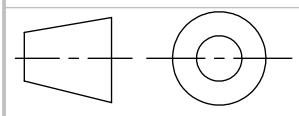


Echelle 1:10	Université Tlemcen	GM-ASM
	poinçage	2017/2018
PFE Master		A4







Echelle 1:10	Université Tlemcen	GM-ASM
	Tube cylindre	2017/2018
PFE Master		A4

8. Conclusion

Ce travail a pour but la réalisation d'un banc de flexion de soudage au niveau de l'atelier de soudage de l'entreprise SOGERHWIT.

Ce banc de flexion est utilisé pour la vérification des défauts au niveau des joints soudés.

Une fissure de moins de 3 mm est tolérée ; au-delà de cette valeur le cordon est à refaire.

Conclusion générale

Le soudage est une opération qui consiste à réunir deux ou plusieurs parties constitutives d'un assemblage, de manière à assurer la continuité entre les parties à assembler ; soit par chauffage, soit par intervention de pression, soit par l'un et l'autre, avec ou sans métal d'apport dont la température de fusion est de même ordre de grandeur que celle du matériau de base. Le soudage est un assemblage définitif exécuté sur des pièces métalliques qui s'impose pour diverses raisons : dimensionnelles (un pont), structurelles (un réservoir), constructive (une carrosserie), de poids (un panneau), économique (un plancher) ou d'autres. Il peut entrer en compétition avec d'autres modes d'assemblage tels le visage, le rivetage, le collage, l'agrafage. L'assemblage par soudage occupe une place importante dans l'univers de la construction des bateaux, des trains, des avions, des fusées, de l'automobile, des réservoirs et tant d'autres structures qui ne sauraient être construites sans le recours au soudage.

L'effort appliqué sur la pièce à contrôler est de 5T. Le soudage à l'aide d'un banc à arc enrobée permet de mettre en relief les défauts de soudage tels que les « ailes de pigeon ».

Le contrôle non destructif des cordons utilisé est le ressuage vu le degré de dangerosité du projet contrairement au contrôle des pipes.
Une fissure de moins de 3 mm est tolérée ; au-delà de cette valeur le cordon est à refaire.

L'objectif de ce travail consiste à concevoir et réaliser un banc de flexion pour vérification des défauts de joints soudés à l'aide du logiciel de CFAO SolidWorks version 2013.

La conception de chaque pièce de la machine banc de flexion s'est déroulée au niveau de l'atelier de génie mécanique dans l'université Abou Bekr BELKAID Tlemcen. La fabrication du prototype du projet a été effectuée au niveau des ateliers de production de l'entreprise SOGERHWIT Tlemcen.

Références bibliographiques

[1] :BENEDDEB Mostefa **«** Étude les défauts de soudage des pipelines »diplôme de Master en construction mécanique. Juin 2012

[2] :Défauts de soudage des pipelines Yamani Institute of Technology

Webographie

[3] www. sogerhwit. net

[4] https://www.rocdacier.com/essai-de-pliage-selon-910 18/04/2018

[5] https://www.rocdacier.com/les-controles-des-soudures 18/04/2018

Résumé

Parmi les procédés d'assemblages, le soudage occupe une place importante dans toutes les branches d'industrie et du bâtiment, car il permet d'adapter au mieux les formes de construction aux contraintes qu'elles sont appelées à supporter en service.

Le soudage est une opération qui consiste à réunir deux ou plusieurs parties constitutives d'un assemblage, de manière à assurer la continuité entre les parties à assembler, soit par chauffage, soit par intervention de pression, soit par l'un et l'autre, avec ou sans métal d'apport dont la température de fusion est de même ordre de grandeur que celle du matériau de base.

Le but de cette note est l'étude et réaliser d'un banc de flexion pour vérification des défauts de joint soudée.

Afin d'atteindre notre objectif, deux parties essentielles ont été développées.

La première partie est consacrée à la conception du banc de flexion des joints soudés ; l'effort appliqué étant de 05 tonnes.

La deuxième partie est consacrée à la réalisation du banc de flexion des joints soudés pour le contrôle des défauts des joints soudés.

Abstract

Welding is an important part of assembly processes in all branches of industry and construction, as it allows for the best adaptation of the forms of construction to the constraints they are expected to support in service.

Welding is an operation that consists of joining two or more constituent parts of an assembly , so as to ensure continuity between the parts to be assembled, either by heating or by pressure intervention either by one or the other, with or without filler metal whose melting temperature is of the same order of magnitude as that of the base material.

The purpose of this note is the study and realization of a flexion bench for checking welded joint defects.

In order to reach our objective, two essential parts have been developed.

The first part is devoted to the design of the bending bench of welded joints; the applied effort being of 05 tons.

The second part is devoted to the realization of the bending bench of welded joints for the control of defects of welded joints

ملخص

يعتبر اللحام جزءًا مهمًا من عمليات التجميع في جميع فروع الصناعة والبناء ، حيث أنه يسمح بأفضل تكيف لأشكال البناء بالقيود التي من المتوقع أن يدعمها في الخدمة.

اللحام هو عملية تتكون من الانضمام إلى جزئين أو أكثر من التركيبات، وذلك لضمان الاستمرارية بين الأجزاء المراد تجميعها ، إما بالتسخين أو عن طريق تدخل الضغط إما من جانب واحد أو آخر ، مع أو بدون معدن حشو درجة حرارة الانصهار هي من نفس الترتيب من حيث المواد الأساسية.

الغرض من هذه المذكرة هو دراسة وتحقيق المنحنى الانحناء لفحص العيوب المشتركة الملحومة.

من أجل الوصول إلى هدفنا ، تم تطوير اثنين من الأجزاء الأساسية :

الجزء الأول مخصص لتصميم مقعد الانحناء للوصلات الملحومة الجهد المبذول من 5طن.

الجزء الثاني مخصص لإدراك المنحنى الانحناء للوصلات الملحومة للتحكم في عيوب الوصلات الملحومة .

Rapport-Gratuit.com