

Collection : Les cahiers techniques

Qualité en Soudage

ENTREPRISES DES SECTEURS DES METAUX



Document réalisé par le

CFMI – Pôle d’Innovation Travail des Métaux

En partenariat avec l’équipe du site www.soudeur.com

Edition ©2009

QUALISOUDE : Guide de la qualité en soudage

AVERTISSEMENT

Qualisoude est un document d'information sur les normes à respecter et les procédures ou documents à élaborer pour satisfaire aux exigences réglementaires françaises et européennes en matière de qualité pour les travaux de soudage.

Ce guide est destiné aux petites entreprises artisanales des secteurs de la chaudronnerie, mécano-soudure, construction métallique, tôlerie, matériel de transport, construction navale, construction de réservoir et de citerne, matériel agricole, menuiserie et serrurerie métallique, métallier, réalisant des travaux de soudage soumis aux exigences qualité d'un donneur d'ordre ou couverts par des codes de construction ou des directives européennes.



Ce guide ne concerne que le soudage des matériaux métalliques.

Auteur : Imad ABBAS

Toute reproduction ou diffusion sans l'autorisation du CFMI est strictement interdite

SOMMAIRE

STRUCTURE DE LA NORMALISATION EN SOUDAGE

- [La normalisation française](#)
- [La normalisation européenne](#)
- [La normalisation internationale](#)
- [Codes et réglementations](#)

QUALITE EN CONSTRUCTIONS SOUDES

- [Les normes qualité](#)
- [La qualification des procédés](#)
- [La qualification des soudeurs](#)
- [Le cahier de soudage](#)
- [Le contrôle des soudures](#)

LE MANUEL QUALITE

- [Le contenu d'un manuel qualité](#)
- [Modèle de manuel qualité pour soudage réglementé](#)

LES NORMES DE SOUDAGE

CFMI – Pôle Nationale d'Innovation "Travail des Métaux "
2 rue d'Abrantes – Champ Fichet – 79200 PARTHENAY
Tél. 05 49 71 29 18 – Fax. 05 49 71 29 30 –
www.imetaux.net. - Email : i.abbas@cm-niort.fr

STRUCTURE DE LA NORMALISATION EN SOUDAGE

LA NORMALISATION FRANCAISE

La normalisation du domaine soudage est assurée par le Comité de Normalisation de la Soudure (CNS).

Le CNS a été créé en Mars 1936 à la demande de plusieurs organismes industriels.

Le rôle du CNS consiste à élaborer toutes les normes françaises relatives au procédé de soudage :

- matériels ;
- produits d'apport ;
- qualifications de modes opératoires ;
- qualification du personnel ;
- qualité ;
- contrôle et essais ;
- terminologie.

Dans cet esprit, le CNS participe activement aux travaux de normalisation tant sur le plan français qu'au niveau européen et international.

L'ensemble du programme de Normalisation en soudage dépend du GPN 6 (Grands Programmes de Normalisation - Construction Mécanique).

Les travaux de normalisation sont réalisés au sein des 17 commissions de normalisation qui existent au sein du CNS. Compte tenu de l'importance prise par les travaux de normalisation au niveau européen et international, ces commissions de normalisation sont les "groupes miroirs" des sous comités et groupes de travail européens et internationaux.

Les normes françaises relatives au soudage comportent en plus de leur références, un indice de classement commençant par A 8.-...

La liste complète des normes disponibles au CNS fait l'objet d'un catalogue mis à jour périodiquement et disponible sur simple demande auprès du CNS (www.cns-france.org) ou sur les sites www.normapme.com, www.afnor.fr, www.cenorme.be, www.iso.ch.

La stratégie normative dans le domaine du soudage est définie au sein de la Commission Générale Soudage. Cette commission définit les travaux normatifs français à entreprendre, avec leur degré de priorité, mais également les positions françaises à défendre dans les instances européennes ou internationales.

Ces positions sont plus facilement défendables dans la mesure où la France dispose de la présidence et du secrétariat d'instances internationales ou européennes.

LA NORMALISATION EUROPEENNE

Les travaux sur le soudage sont élaborés au sein du CEN/TC 121 "SOUDAGE" pour les matériaux métalliques.

SOUS COMITES ET GROUPE DE TRAVAIL DU CEN/TC 121 "SOUDAGE"

Sous comités ou groupe de travail	Commissions CNS	THEMES
SC1	CNS1	Qualification des MOS
SC2	CNS2	Qualification des soudeurs
SC3	CNS3	Produits consommables
SC4	CNS4	Qualité en Soudage
SC5	CNS5	Soudage - Essais non destructifs
SC5	CNS5B	Contrôles non destructifs
SC6	CNS6	Terminologie
SC7	CNS7	Matériel de Soudage aux gaz, de coupage
SC8	CNS8 BT CNS8 BF	Brasage Tendre Brasage Fort
SC9	CNS9	Hygiène et Sécurité
WG 6	CNS 10B	Matériel de soudage par résistance
WG11	CNS11	Soudage des Goujons
WG12	CNS12	Soudage par Friction
WG13	CNS 13	Soudage - Essais destructifs
WG 14		Evaluation de l'Aptitude à l'emploi
WG 15		Soudage des tôles revêtues
WG 16		Soudage des ronds à béton
WG 17		Impact du soudage sur l'environnement

Les travaux sur le soudage des thermoplastiques sont réalisés au sein du CEN/TC 249/SC 5. (CNS/BNPP)

Les travaux concernant les matériels électriques sont réalisés au sein des comités techniques suivants du CENELEC/TC 26.

- **CLC/TC 26 A** : Matériels de soudage électrique à l'arc (CNS10A)
- **CLC/TC 26 B** : Soudage électrique par résistance. (CNS10B)

LA NORMALISATION INTERNATIONALE

Les travaux sur le soudage sont élaborés au sein de l'ISO/TC 44 "SOUDAGE".

L'ISO a signé un accord avec l'Institut INTERNATIONAL DE LA SOUDURE (l'IIS) reconnaissant à ce dernier, la possibilité d'entreprendre des travaux de normalisation. Ainsi, l'IIS peut engager des travaux normatifs au sein de ses commissions de travail (au nombre de 16). Lorsque les travaux au sein de l'IIS sont terminés, les documents suivent les mêmes procédures que celles définies pour l'ISO.

Les travaux de normalisation en soudage sont traités via le "Comité Restreint de Normalisation" dans les différentes commissions de l'IIS.

Les travaux de normalisation du matériel électrique de soudage sont réalisés au sein de la CEI/TC 26.

Il existe actuellement 150 normes ISO concernant le soudage (ces normes ne sont pas obligatoirement reprises dans les collections nationales).

Sous-comités	ISO /TC 44 Soudage et techniques connexes
TC 44/SC 3	Produits consommables pour le soudage
TC 44/SC4	Matériel de soudage à l'arc
TC 44/SC 5	Essais et contrôle des soudures
TC 44/SC 6	Soudage par résistance et assemblage mécanique allié
TC 44/SC 7	Représentation et terminologie
TC 44/SC 8	Matériel pour le soudage au gaz, le coupage et les techniques connexes
TC 44/SC 9	Santé et sécurité
TC 44/SC 10	Unification des prescriptions dans la technique du soudage des métaux
TC 44/SC 11	Conditions de qualification du personnel employé dans le domaine du soudage et des techniques connexes
TC 44/SC 12	Produits d'apport pour brasage tendre et brasage fort

Outre les normes, certains produits sont soumis à une réglementation spécifique : codes de constructions, lois et décrets pour les appareils à pression etc...

CODES ET REGLEMENTATIONS

Codes de construction

- CODAP : codes de construction et de fabrication des appareils à pression
- CODETI : codes de construction et de fabrication des tuyauteries industrielles
- APRS : recommandations pour les appareils à pression
- Codes de construction pour les charpentes métalliques
CM56 - EUROCODE 3
- CODES ASME : système réglementaire américain
- Code B.S 5500-94 : appareils à pression - réglementation anglaise
- Code AD-MERKBLATTER-89 : réglementation allemande
- La réglementation aéronautique
- La réglementation gaz
- La réglementation nucléaire

Chaque code est constitué d'un ensemble de recommandations et de notes de calcul répartis dans des sections : généralités ou principes, matériaux, conception ou calculs, fabrication, inspection et contrôle, équipements ou dispositifs spéciaux.

QUALITE EN CONSTRUCTIONS SOUDEES

LES NORMES QUALITE

EN 1994, suite à la révision des normes ISO9001,2 et 3, le Sous Comité SC4 du TC121 s'est attelé à élaborer des normes adaptées aux procédés de soudage pouvant répondre aux exigences des normes ISO 9000 trop générales.

C'est ainsi que les normes NF EN 729 ont vu le jour pour permettre aux entreprises de mettre en place un système qualité en soudage.

La révision des normes ISO9001,2,3 décidée en 1998, a abouti à l'élaboration d'une seule norme l'ISO9001/2000, mise en application fin 2000.

Le comité CEN/TC 121 a décidé lors de sa réunion du mois mai 2000 de procéder à la révision des normes qualité précédentes pour les rendre compatibles avec les exigences de la nouvelle norme ISO 9001/2000.

Depuis 2006, les principaux référentiels ont encore évolué et le système d'assurance qualité EN 729 a été remplacé par la série de normes EN ISO 3834.

De même, l'EN 719 a du être adaptée en EN ISO 14731 ; cette norme précise les tâches et les responsabilités de la fonction de coordination en soudage.

Référence	Édition	Objet - Titre de la norme	Dernières évolutions
NF EN 12345	Juin 1999	Soudage - Liste multilingue de termes relatifs aux assemblages et aux joints soudés, avec illustrations	
NF EN 1792	Février 1998	Soudage - Liste multilingue de termes concernant le soudage et les techniques connexes	
NF EN 719	Août 1994	Coordination en soudage - Taches et responsabilités.	NF EN ISO 14731 (2007)
NF EN 729-1	Novembre 1994	Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 1 : Critères pour la sélection du niveau approprié d'exigences de qualité	NF EN ISO 3834-1 (2005)
NF EN 729-2	Novembre 1994	Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 2 : exigences de qualité complète.	NF EN ISO 3834-2 (2005)
NF EN 729-3	Novembre 1994	Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 3 : exigences de qualité normale.	NF EN ISO 3834-3 (2005)
NF EN 729-4	Novembre 1994	Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 4 : exigences de qualité élémentaire.	NF EN ISO 3834-4 (2005)
FD A 89-261	Décembre 1998	Soudage - Mise en application des exigences qualité de l'ISO 3834 pour le soudage par fusion des matériaux métalliques	ISO/TR 3834-6 (2007)
NF ISO 14554-1	2000	Exigences de qualité en soudage - Soudage par résistance des matériaux métalliques - Partie 1 : exigences de qualité complète.	
NF ISO 14554-2	2000	Exigences de qualité en soudage - Soudage par résistance des matériaux métalliques - Partie 2 : exigences de qualité élémentaire.	
NF EN 473	1994	Qualification et certification du personnel en contrôle non destructif – Principes généraux	NF EN 473 (2008)

Pour s'informer sur les exigences qualité des normes (s'adresser au CFMI)

LA QUALIFICATION DES PROCÉDES

La mise en place d'un système qualité basé sur les normes NF EN ISO 3834, nécessite de satisfaire à certaines exigences faisant référence à des normes spécifiques, portant sur la qualification des modes opératoires de soudage, la qualification des soudeurs, la coordination du soudage et le contrôle des soudures.

La série des normes EN 288 sur les modes opératoires de soudage élaborées en 1992 a été remplacée une nouvelle : la série EN ISO 156XX.

NORMES EUROPENNES DU CEN/TC 121/SC 1

Procédés	Soudage à l'arc	Soudage aux gaz	Soudage FE	Soudage laser	Soudage par résistance	Soudage des goujons	Soudage par friction
Règles générales	EN ISO 15607						
Lignes directrices pour le groupement des matériaux	ISO/TR 15608			Non applicable		ISO/TR 15608	
DMOS	EN ISO 15609-1	EN ISO 15609-2	EN ISO 15609-3	EN ISO 15609-4	EN ISO 15609-5	EN ISO 14555	EN ISO 15620
Produits consommables agréés	EN ISO 15610		Non applicable				
Expérience acquise en soudage	EN ISO 15611					EN ISO 15611	EN ISO 15611
						EN ISO 14555	EN ISO 15620
Mode opératoire normalisé	EN ISO 15612					Non applicable	
Epreuve sur assemblage soudé particulier et préalable	EN ISO 15613					EN ISO 15613	EN ISO 15613
						EN ISO 14555	EN ISO 15620
Epreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage	EN ISO 15614-X (voir tableaux ci-dessous)					EN ISO 14555	EN ISO 15620

Parties de l'EN ISO 15614	Soudage à l'arc	Soudage aux gaz	Soudage FE	Soudage laser	Soudage par résistance
Partie 1 - Acier/Nickel	♦	♦			
Partie 2 - Aluminium	♦				
Partie 3 - Fonte	♦	♦			
Partie 4 - Finition de l'aluminium moulé	♦				
Partie 5 - Titane/Zirconium	♦				
Partie 6 - Cuivre	♦	♦			
Partie 7 - Revêtement par soudage	♦	♦	♦	♦	
Partie 8 - Tube sur plaque tubulaire	♦				
Partie 9 - Hyperbare en pleine eau	♦				
Partie 10 - Hyperbare en caisson	♦				
Partie 11 - FE/laser			♦	♦	
Partie 12 Résistance point/bossage/molette					♦
Partie 13 Embout par étincelage					♦

EQUIVALENCES NORMES EN ET ISO

Ancienne Norme EN ISO	Nouvelle Norme EN ISO
288-1	15607
288-2	15609-1
288-3	15614-1
288-4	15614-2
288-5	15610
288-6	15611
288-7	15612
288-8	15613
288-9	
9956-10	15609-3
9956-11	15609-4
288-12	
288-13	15614-4
288-14	
288-15	15614-11

LA QUALIFICATION DES SOUDEURS

1 - La qualification du personnel soudeur

La qualification d'un soudeur a pour principal objectif la vérification de la dextérité et de l'habileté d'une personne dans l'exécution d'un travail précis de soudage.

Cette vérification a aussi pour but de reconnaître l'aptitude du soudeur à mettre en oeuvre des consignes précises, rédigées sur un descriptif de mode opératoire de soudage, comme la préparation des bords à souder, le choix des métaux d'apport et des gaz industriels de soudage, les techniques de soudage à mettre en oeuvre, les précautions à respecter. La qualification de soudeur est réalisée strictement et objectivement suivant les directives d'une norme européenne :

- **NF EN 287-1 :2004** pour le soudage par fusion des aciers
- **NF EN ISO 9606-2** pour l'aluminium et ses alliages
- **NF EN ISO 9606-3** pour les cuivres et ses alliages
- **NF EN ISO 9606-4** pour les nickels et ses alliages
- **NF EN ISO 9606-5** pour le titane et ses alliages, zirconium et ses alliages

2 - Les informations disponibles sur le certificat de qualification

Lorsque vous lisez les informations imprimées sur un certificat de qualification de soudeur délivré par un organisme indépendant, vous trouvez les indications suivantes nécessaires au coordonnateur soudage pour connaître le domaine d'équivalence de qualification d'un soudeur désigné :

- Symbolisation normalisée de l'essai de qualification.
- Nom, prénom, date et lieu de naissance, numéro INSEE du soudeur.
- Nom de l'employeur.
- Procédé(s) de soudage codifié(s).
- Type de pièce, type d'assemblage et mode d'assemblage codifiés.
- Diamètre et épaisseur de l'essai de qualification en millimètres.
- Position fondamentale de soudage codifiée.
- Type d'enrobage de l'électrode et type de gaz de protection.
- Désignation des métaux d'apport.
- Désignation du descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOSP).
- Domaines d'équivalences de qualification.
- Date du soudage, date d'obtention et date d'établissement du certificat.
- Nom de l'organisme officiel et nom de l'inspecteur habilité.
- Signature et tampon de l'inspecteur habilité.

3 - Exemple de certificat de qualification de soudeur

Coordonnées de l'essai, du soudeur et de l'employeur
Compétence technologique

Variables de qualification et détails de l'essai pratique réalisé par le soudeur

Types de contrôle réalisés sur l'épreuve de qualification et résultats obtenus

NUMERO CERTIFICAT : 111
ESSAI NUMERO

CERTIFICAT DE QUALIFICATION DE SOUDEUR

SYMBOLISATION : A EN 287-1,141,T,BW,W11,wm,03,D168,H,045,ss,nb
B EN 287-1,111,T,BW,W11,RB,04,D168,H-045,ss,mb

Code/Norme de qualification : NF EN 287-1/A1:1997
N° de référence du D.M.O.S. : 141-IB-60T-100,3x7,11
Nom et prénom du soudeur : NOMSOUDEUR Prénomsoudeur
Repère du soudeur : AA33915
Numéro de permis de souder : 1307.80.279.234.89
Date et lieu de naissance : 12 juillet 1958 LE PELLEE
Employeur : SOCIETE FACTICE
Repère de l'assemblage : ESSAI CERTIFICAT
Compétence technologique : Non vérifiée Code interne : 3378

Facilité(s) de soudage	A 141 MANUEL	141 - Soudage TIG en atmosphère inerte.
	B 111 MANUEL	111 - Soudage ARC avec électrode enrobée.
Tête (F) ou Tube (T)	T	T - P - Piquages
Type d'assemblage	BW	BW - PW
Mode d'assemblage	A ss,nb	ss,mb - ss,nb - bs,gg - bs,ng
	B ss,mb	ss,mb - bs,gg
Groupe(s) matériau(x) de base	W11	W01-W02-W03-W04-W11 (*) W11(W01-W02-W03-W04)(*)
Nom(s) matériau(x) de base	Z 2 CN 18.10	
Type(s) des métaux d'apport	A wm AWS ER 308 L	wm - groupe W11
	B RB SAINOX R CN 18.8 S	A-RA-RB-RR-RD - groupe W11
Epaisseur ou diamètre	Assemblage(s) 3,11	De : 3,00 mm mini à 14,22 mm maxi
	Minut dépôt A 3,00	De : 3,00 mm mini à 6,00 mm maxi
	Minut dépôt B 4,11	De : 3,00 mm mini à 8,22 mm maxi
Diamètre extérieur tube en mm	168,30	De diam. ext. 84,2 mm à tous diam. sup.
Position de soudage	H-1045	[P,BW] : PA - PB - PF - PD [P,PW] : PA - PB - PF - PD [T,BW] : PA - PF - PC - H-1045 [T,PW] : PA - PB - PF - PD
Gaz de protection au flux	A ARGON	GAZ INERTES
	B I	I

Les renseignements complémentaires sont indiqués dans le D.M.O.S. référencé ci-dessus.

ORGANISME D'INSPECTION : BUREAU VERITAS	
Visuel	Inspecteur habilité : DUSEVEL Dominique
Radiographie	Numéro du poinçon : BV 123
Ultrasons	Signature :
Magnétoscopie	Date d'établissement : 10 mai 2001
Résistance	Lieu d'établissement : BEAUMONT HAGUE
Micrographie	Date de départ de validité : 13 mai 2001
Tactura	Certificat valable jusqu'à : 12 mai 2003
Pluques	

Numérotation du certificat et Symbolisation de l'épreuve de qualification

Photographie d'identité du soudeur et tampon de l'organisme

Equivalences de qualification reconnues pour l'épreuve réalisée

Nom de l'organisme
Nom de l'inspecteur
Date de départ de la qualification
Signature et tampon

4 - Symbolisation de l'essai pratique de qualification

La symbolisation permet de définir le type d'essai de qualification à partir d'une codification normalisée.

- La norme de référence (EN 287-1)
- Le procédé de soudage (111, 114, 121, 141, 131, 135, 136, 137, 15, 311)
- Le type de pièce (P pour tôle ou T pour tube)
- Le type d'assemblage (BW pour bout à bout ou FW pour angle)
- Le groupe de matériau de base (W01, W02, W03, W04 et W11)
- Le type de métal d'apport (wm, nm ou A, B, C, R, RB, RC, RR, S)
- L'épaisseur soudée t
- Le diamètre soudé D
- La position fondamentale de soudage (PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, H-L045, J-L045)
- Le mode d'assemblage (ss, mb , ss, nb , bs, gg , bs, ng)

Vous trouverez ci-dessous quelques exemples de symbolisation :

- EN 287-1,141,T,BW,W11,wm,t03,D168,H-L045,ss,nb
- EN 287-1,136,P,BW,W01,wm,t15,PA,bs,gg
- EN 287-1,111,P,FW,W01,t15,PD
- EN 287-2,131,P,BW,W22,wm,t15,PF,ss,nb

5 - Symbolisation des procédés de soudage de qualification

Variable / Lien	Définition du procédé de soudage
111	Soudage à l'arc électrique avec électrodes enrobées
114	Soudage à l'arc électrique avec fil électrode fourré sans gaz
121	Soudage à l'arc électrique sous flux solide avec fil électrode
125	Soudage à l'arc électrique sous flux avec fil fourré
131	Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil électrode fusible (MIG)
135	Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil électrode fusible (MAG)
136	Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil électrode fourré (MAG)
141	Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène (TIG)
15	Soudage à l'arc plasma
311	Soudage oxyacétylénique

6 - Symbolisation des types d'assemblage de qualification

Variable / Lien	Définition du type d'assemblage de soudage
P	Essai sur une tôle / Plate
T	Essai sur un tube / Pipe
BW	Essai sur un assemblage bout à bout / Butt Weld
FW	Essai sur un assemblage en angle / Fillet Weld
P-BW	Essai sur une tôle / Plate sur un assemblage bout à bout / Butt Weld
T-BW	Essai sur un tube / Pipe sur un assemblage bout à bout / Butt Weld
P-FW	Essai sur une tôle / Plate sur un assemblage en angle / Fillet Weld
T-FW	Essai sur un tube / Pipe sur un assemblage en angle / Fillet Weld

7 - Symbolisation des modes d'assemblage de qualification

Variable / Lien	Définition du mode d'assemblage de soudage
Ss	Essai de soudage d'un seul côté ou single-side welding
Bs	Essai de soudage des deux côtés ou welding for both sides
ng	Sans gougeage par meulage ou no back gouging or no back grinding
gg	Avec gougeage par meulage ou back gouging or back grinding
nb	Soudage sans support envers ou welding without backing
mb	Soudage avec un support ou welding with backing material
ss, nb	Soudage d'un seul côté sans support envers avec pénétration
ss, mb	Soudage d'un seul côté avec support envers
bs, ng	Soudage des deux côtés sans gougeage par meulage
bs, gg	Soudage des deux côtés avec gougeage par meulage de la racine

8 - Symbolisation des groupes de matériaux de qualification

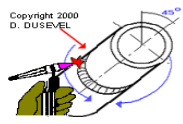
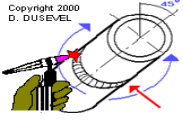
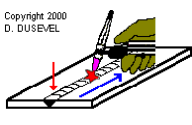
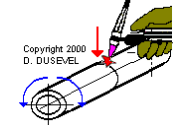
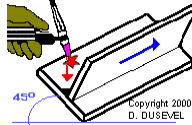
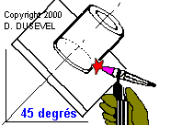
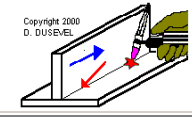
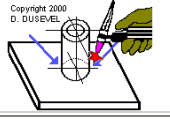
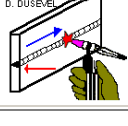
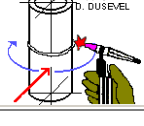
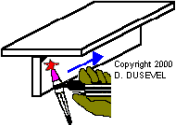
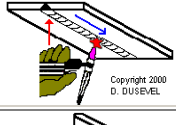
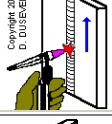
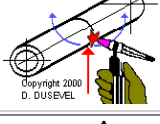
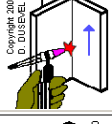
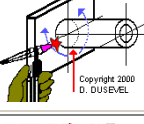
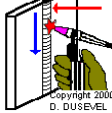
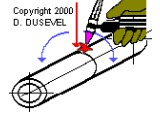
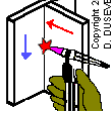
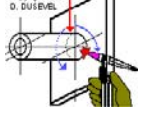
Variable / Lien	Définition du groupe de matériaux
Groupe W01	Aciers non alliés à bas carbone (carbone et manganèse) , aciers faiblement alliés et aciers à grains fins de limite à l'élasticité Re inférieure ou égale à 355 N / mm ²
Groupe W02	Aciers résistant au fluage au chrome / molybdène (Cr / Mo) et chrome / molybdène / vanadium (Cr / Mo / V)
Groupe W03	Aciers de construction à grains fins, normalisés, trempés et revenus et aciers à traitements thermomécaniques, de limite d'élasticité Re > 355 N / mm ² ainsi que les aciers aux conditions de soudage similaires contenant 2 à 5 % de nickel.
Groupe W04	Aciers ferritiques ou martensitiques contenant 12 à 20 % de chrome.
Groupe W11	Aciers inoxydables austéno-ferritiques et aciers inoxydables austénitiques (Cr / Ni).

Groupe W01		
E 24, E 28, E 36	A 37 CP, AP, FP	TUE 220, TUE 250, TUE 275
S 235, S 275, S 355	A 42 CP, AP, FP	TU 37 B, TU 42 C, TU 52 B
E 235, E 275, E 295, E 355	A 48 CP, AP, FP	XC 10, XC 15, XC 18
Groupe W02		
15 CD 4-05, 10 CD 9-10	TU 18 MDV 5	18 CD 4, 20 CD 4 , 15 CDV 6
15 CD 2-05, 210 CD 5-05		25 CD 4, 12 CD 9-10
Groupe W03		
E 375, E 420, A 550, A 590	TUE 450, TUE 485	Fe 400, Fe 500
0.5 Ni, 1.5 Ni, 3.5 Ni, 5 Ni	10 N 2, TU 17 N 2	16 MND 5, 20 M 6
Groupe W04		
Z 6 C 13, Z 6 CA 13	Z 6 CT 12, Z 8 C 17	Z 2 CT 18, Z 8 CD 17-01
Z 20 C 13, Z 10 C 17	Z 6 CNDU 20.08.M	
Groupe W11		
Z 6 CNT 17.11	Z 6 CNNb 25-20	Z 2 CNDU 17-16
Z 3 CN 18.10,	TU Z 2 CND 17.12	Z 2 CNNb 25.20
X2CrNi18-9	X2CrNiMo17-12-2	X8CrNi25-21
1.4301, 1.4307, 1.4401	1.4404, 1.4435, 1.4539	1.4845, 1.4550, 1.4833

9 - Symbolisation du type de métal d'apport de qualification

Variable	Définition du type de métal d'apport
wm	Avec du métal d'apport (hors électrode enrobée)
nm	Sans métal d'apport
A	Enrobage acide (électrode enrobée)
B	Enrobage basique (électrode enrobée)
C	Enrobage cellulosique (électrode enrobée)
R	Enrobage rutile (électrode enrobée)
RA	Enrobage rutilo-acide (électrode enrobée)
RB	Enrobage rutilo-basique (électrode enrobée)
RC	Enrobage rutilo-cellulosique (électrode enrobée)
RR	Enrobage rutile épais (électrode enrobée)
S	Autres

10 - Symbolisation des positions fondamentales de soudage

Variable / Lien	Bout Tôle	Bout tube	Angle tôles	Angle tube
Position JL045	Néant		Néant	Néant
Position HL045	Néant		Néant	Néant
Position PA				
Position PB	Néant	Néant		
Position PC			Néant	Néant
Position PD	Néant	Néant		Néant
Position PE		Néant	Néant	Néant
Position PF				
Position PG				

11 - Domaines de validité d'un certificat de qualification

Le soudeur est qualifié non seulement pour l'essai, mais aussi pour tous les joints considérés comme plus faciles à souder. Tout changement de procédé implique un nouvel examen, toutefois avec :

- Un seul essai, un soudeur peut être qualifié pour plusieurs procédés
- Avec deux essais séparés, un soudeur peut souder un joint multi -procédés

Le domaine de validité d'un certificat dépend du type de joints, du matériau, du métal d'apport, des dimensions et de la position de soudage.

Pour plus de détails, consulter la norme EN 287-1.

12 - Exemple de symbolisation et domaine de validité de qualification

Un soudeur a réalisé avec succès un essai de qualification suivant la norme NF EN 287-1 avec le procédé MIG semi auto sur tube Ø 168,3 x 8 mm en bout à bout avec pénétration en acier inoxydable en position tube incliné à 45° tube fixe en montante.

Les contrôles réalisés sur l'assemblage d'essai de qualification sont :

- **Contrôle visuel interne et externe**
- **Contrôle dimensionnel (surépaisseur, excès de pénétration, caniveau, etc...)**
- **Contrôle radiographique à 100% de la soudure**
- **Réalisation de 4 pliages travers soudure (2 en face endroit et 2 en face envers)**

La symbolisation de l'essai de qualification est :

- **EN 287-1,131,T,BW,W11,wm,t08,D168,H-L045,ss,nb**

Le domaine d'équivalence de qualification est :

- **Procédé 131 sur tube, tôle et piquage (T, P et piquages)**
- **Soudage en bout à bout et en angle (BW et FW)**
- **Soudage d'assemblage type ss, nb , ss, mb , bs, ng et bs, gg**
- **Soudage d'aciers inoxydables et austéno-ferritiques**
- **Soudage de tous groupes de matériaux avec un métal d'apport inoxydable**
- **Soudage en toutes positions**
- **Soudage de pièces d'épaisseur comprise entre 3 mm mini à 16 mm maxi**
- **Soudage de tubes de diamètre extérieur supérieur à Ø 84 mm**

13 - Durée de validité d'un certificat de qualification

La durée de validité d'un certificat de qualification est de deux années à compter de la date d'obtention des résultats de l'essai pratique. Tous les six mois, le certificat doit être reconduit par l'employeur ou le superviseur. Le soudeur ne doit pas avoir d'interruption d'activité dans les travaux de soudage de plus de six mois. Tous les deux ans, le certificat de qualification doit être reconduit par un organisme officiel de certification avec présentation d'un dossier de suivi de travaux de soudage du soudeur ou sur essai pratique.

14 - Liens utiles d'organismes officiels de certification (liste non exhaustive)

<http://www.apave-lyonnaise.com>

http://www.fr.bureauveritas.com/fr/fr_index.cfm

<http://www.cepindustrie.com>

<http://www.institutdesoudure.com>

LE CAHIER DE SOUDAGE

Le cahier de soudage est un document regroupant l'ensemble des modes opératoires de soudage (DMOS) et la liste des soudeurs qualifiés pour un ouvrage donné, un client ou un produit réglementé.

Il peut être réalisé sous forme d'un tableau ou sous forme d'un classeur composé de l'ensemble des DMOS.

Exemple de cahier de soudage :

VOTRE LOGO	TABLEAU DE QUALIFICATION DES SOUDEURS ET OPERATEURS						Type doc	Radica
	Cahier de soudage		Référence interne du cahier de soudage				DPQ	00192.
	Objet du cahier		Désignation de l'appareil ou de l'installation				Date d'édition : 18/12/1	
	Code de qualification :		Référence de la règle ou code (FD A 88110)				Heure d'édition : 16:14:	
Non prise en compte des dates de début et fin de travaux de soudage								
Les certificats périmés au 18/12/1999 sont éliminés par le traitement informatique								
Nom du soudeur	Prénom soudeur	9 - A - 22/11/1999	10 - A - 22/11/1999	11 - A - 22/11/1999	12 - A - 22/11/1999	13 - A - 22/11/1999	14 - A - 22/11	
Numéro de page fiche / Révision								
Numéro de la fiche de soudage	Fiche Z01	Fiche Z02	Fiche Z03	Fiche Z04	Fiche Z05	Fiche Z06		
Repère de la soudure sur plan	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06		
Procédé de soudage / Méthode	141 / MANUEL	141 / MANUEL	141 / MANUEL	141 / MANUEL	141 / MANUEL	141 / MA		
Type et mode d'assemblage	P-FW / IIIA	P-FW / IIIA	P-FW / IIIA	P-BW / IB	P-FW / IIIA	P-FW / IIIA		
Position de soudage/Type piquage	2F	2F	2F	1G	2F	2F		
Groupe métal base 1 / base 2	M /	M /	M / M	M /	M / M	M / \		
Groupe métal d'apport/Angle piquage	M /	M /	M /	M /	M /	M /		
Epaisseur soudée pièce 1 mini/maxi	10,00 à 10,00	10,00 à 10,00	3,00 à 3,00	5,00 à 5,00	5,00 à 5,00	5,00 à		
Epaisseur soudée pièce 2 mini/maxi	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	10,00 à 10,00	0,00 à 0,00	5,00 à 5,00	5,00 à		
Diamètre tube 1 mini/maxi	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	0,00 à		
Diamètre tube 2 mini/maxi	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	0,00 à 0,00	0,00 à		
Type d'enrobage électrode								
Diamètre métal apport 1ère passe	Ø 2,00	Ø 2,00	Ø 1,60	Ø 1,60	Ø 1,60	Ø 1,60		
MABIRE	Gilbert	LH0135/005/01010/B 15.02/2000	LH0135/005/01010/B 15.02/2000	LH0135/005/01010/B 15.02/2000	LH0135/005/01010/B 15.02/2000	LH0135/005/01010/B 15.02/2000	LH0135/005/ 15.02/2000	
MG								
BOURDON	Jean-Claude	LHA.98.A.018 02.02/2000	LHA.98.A.018 02.02/2000	LHA.98.A.018 02.02/2000	LHA.98.A.018 02.02/2000	LHA.98.A.018 02.02/2000	LHA.98.A.01 02.02/2000	
BJC								
HEROUT	Joël	88.337 REV.A 22.02/2000	88.337 REV.A 22.02/2000	88.337 REV.A 22.02/2000	88.337 REV.A 22.02/2000	88.337 REV.A 22.02/2000	88.337 REV. 22.02/2000	
HJ								

REDACTION D'UN DMOS

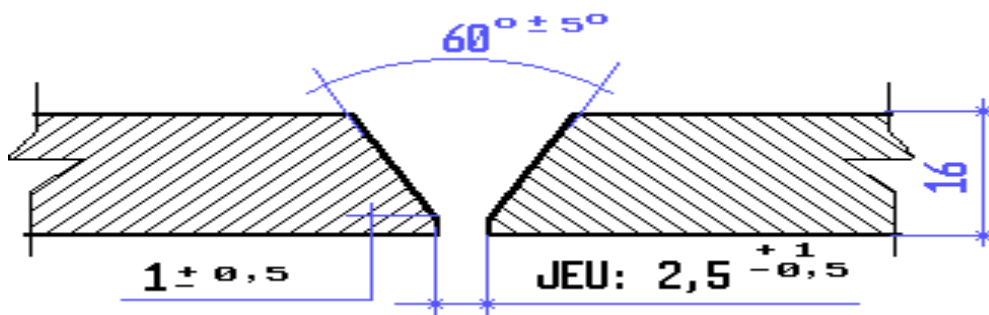
1 - Définition d'un descriptif de mode opératoire de soudage (D.M.O.S.)

Le Descriptif de Mode Opératoire de Soudage est un formulaire sur lequel sont consignés toutes les opérations, les instructions et les informations techniques nécessaires pour assurer la répétitivité des paramètres, obtenir un assemblage soudé de qualité et réussir dans les meilleures conditions l'exécution d'un travail précis de soudage. Le D.M.O.S. est le document de référence du coordonnateur en soudage, du soudeur, de l'inspecteur et du contrôleur lors de l'exécution et du suivi d'un joint soudé. Le D.M.O.S. est obligatoire et doit être présenté lors d'une qualification de mode opératoire de soudage et d'une qualification de personnel soudeur.

2 - Comment rédiger un descriptif de mode opératoire de soudage ?

La norme européenne **EN ISO 15609-1** précise les modalités de rédaction du descriptif de mode opératoire de soudage. La rédaction du D.M.O.S. est réalisée, soit après exécution d'un essai préliminaire représentatif dans les conditions de la fabrication, soit à partir d'une qualification de mode opératoire de soudage déjà obtenue. Vous trouverez ci-dessous chaque élément à préciser sur le formulaire. Cette page d'informations ne peut se substituer à la norme ou les normes en vigueur. Elle n'est réalisée qu'à titre d'exemple et de vulgarisation du soudage.

3 - Préparation géométrique du joint soudé



Un croquis de la préparation du joint soudé doit être réalisé sur le formulaire de D.M.O.S. Ce dessin doit indiquer les éléments suivants :

- Epaisseur de la pièce 1 et de la pièce 2 (si nécessaire)
- Diamètre de la pièce 1 et de la pièce 2 (si nécessaire)
- Angle d'ouverture du chanfrein en degrés (si nécessaire)
- Rayon en fond de chanfrein type tulipe ou U en millimètre (si nécessaire)
- Jeu de soudage entre les deux pièces (si nécessaire)
- Talon ou méplat en millimètre (si nécessaire)
- Angle d'inclinaison des pièces (si nécessaire)

Des tolérances doivent être précisées pour les dimensions des différents éléments ayant une importance opératoire notable (jeu, ouverture d'angle de chanfrein, talon, etc...)

4 - Répartition des passes de soudage



Un second croquis de répartition des passes de soudure doit être réalisé sur le formulaire de D.M.O.S. Ce dessin doit représenter le plus fidèlement possible les éléments suivants :

- Le nombre total de passes ou de série de passes
- Le numéro de chaque passe ou série de passes
- La répartition de chaque passe de soudure pour chaque procédé
- La séquence de soudage
- La section soudée (si nécessaire)
- La gorge de soudure ou apothème (si nécessaire)

5 - Méthode de préparation de l'assemblage

La méthode utilisée de préparation des chanfreins doit être indiquée :

- Oxycoupage
- Cisailage
- Meulage
- Usinage
- Fraisage
- Grignotage

6 - Méthode de nettoyage préalable de l'assemblage

La méthode utilisée de nettoyage préalable des chanfreins doit être indiquée :

- Meulage
- Brossage
- Dégraissage
- Sablage

7 - Métaux de base

La nuance normalisée et/ou commerciale, la norme de référence et le groupe de matériaux de chaque métal de base utilisé doivent être indiqués sur le D.M.O.S.P.

- S 355K2G3 suivant NF EN 10025 12/1993 - Groupe 1 suivant NF EN 288-3 EN ISO 15614-1
- S 690 QL suivant NF EN 10137-1 06/1992 - Groupe 3 suivant NF EN 288-3
- 25 CrMo 4 suivant NF EN 10083 07/1991 - Groupe 5 suivant NF EN 288-3
- X2CrNi18-9 suivant NF EN 10088-2 1995 - Groupe 9 suivant NF EN 288-3

8 - Symbolisation des types d'assemblage de qualification

Le type d'assemblage du joint soudé est indiqué suivant la codification du cahier des charges applicable. Voir Qualification des soudeurs

9 - Symbolisation des modes d'assemblage de qualification

Le mode d'assemblage du joint soudé est indiqué suivant la codification du cahier des charges applicable. Voir Qualification des soudeurs

10 - Symbolisation des procédés de soudage de qualification

Le procédé ou les procédés de soudage sont indiqués pour chaque passe ou série de passes. La codification du procédé est réalisée suivant le cahier des charges applicable. Voir Qualification des soudeurs.

11 - Symbolisation des positions de soudage

La ou les positions de soudage sont indiquées pour chaque passe ou série de passes. La codification de la position de soudage est réalisée suivant le cahier des charges applicable. Voir Qualification des soudeurs

12 - Métal d'apport - Produit consommable

Le ou les métaux d'apport utilisés sont précisés pour chaque passe ou série de passes. La désignation normalisée de réception du métal d'apport est indiquée suivant le cahier des charges applicable. La marque et la désignation commerciale permettent de guider le soudeur lors de l'approvisionnement.

13 - Diamètre des métaux d'apport

La ou les dimensions des métaux d'apport utilisés sont précisées pour chaque passe ou série de passes.

14 - Gaz industriel de soudage (si nécessaire)

La désignation commerciale et les pourcentages de la composition du gaz sont précisés pour chaque passe ou série de passes avec procédé de soudage avec gaz de protection (141, 131, 135, 136, 137, 15, 311).

- gaz de protection endroit, annulaire ou à la torche (si nécessaire)
- gaz de protection envers (si nécessaire)
- gaz plasmagène (si nécessaire)
- gaz traînard (si nécessaire)

Les débits de gaz sont précisés en litres / minute ou mètre cube / heure pour chaque type de protection. L'indication de la pression de service du réseau d'alimentation en gaz peut être un plus.

15 - Flux de protection en poudre (si nécessaire)

La désignation commerciale et la désignation normalisée sont précisées pour chaque passe ou série de passes avec procédé de soudage avec flux en poudre (12).

16 - Diamètre et nature de l'électrode réfractaire (si nécessaire)

Le type normalisé selon NF EN 26848 de l'électrode de tungstène (électrode réfractaire ou infusible) et le diamètre sont précisés pour chaque passe ou série de passes avec les procédés de soudage 141 et 15.

- Tungstène pur (couleur d'extrémité verte)
- Tungstène thorié (0,5 à 4 % thorium - couleur d'extrémité rouge)
- Tungstène cérié (0,5 à 4% cérium)
- Tungstène zirconié (0,5 à 4% zirconium)

CODIFICATION ET COMPOSITION D'UNE ÉLECTRODE					
codification	% oxyde	Nature oxyde	Impuretés %	Tungstène %	Couleur repère
WP	/	/	< 0,20%	99,8%	vert
WT 4	0,35 à 0,55%	ThO ₂	< 0,20%	solde	bleu
WT 10	0,80 à 1,20%	ThO ₂	< 0,20%	solde	jaune
WT 20	1,70 à 2,20%	ThO ₂	< 0,20%	solde	rouge
WT 30	2,80 à 3,20%	ThO ₂	< 0,20%	solde	violet
WT 40	3,80 à 4,20%	ThO ₂	< 0,20%	solde	orange
WZ 3	0,15 à 0,50%	ZrO ₂	< 0,20%	solde	brun
WZ 8	0,70 à 0,90%	ZrO ₂	< 0,20%	solde	blanc
WC 20	1,80 à 2,20%	CeO ₂	< 0,20%	solde	gris

17 - Nature du courant de soudage

La nature du courant de soudage est indiqué dans le descriptif :

- Courant continu (CC ou DC)
- Courant lisse ou courant pulsé
- Courant alternatif (CA ou AC)

18 - Polarité de l'électrode ou du fil (si nécessaire)

La polarité de l'électrode ou du fil à utiliser est indiquée dans le descriptif pour le courant continu :

- Polarité positive (+)
- Polarité négative (-)

19 - Paramètres de soudage

Les valeurs de l'intensité en Ampères, de la tension en Volts, de la vitesse de soudage en centimètres / minute, du dévidage du fil en centimètres ou mètres / minute, l'énergie de soudage en Joules / centimètre sont indiquées pour chaque passe ou série de passes dans le formulaire.

- Intensité en Ampères - exemple : 180 A
- Tension en Volts - exemple : 24 V
- Vitesse de soudage - exemple : 26 cm / mn
- Vitesse dévidage fil - exemple : 600 cm / mn
- Énergie de soudage - exemple : 9970 J / cm
- Mode de transfert - exemple : Pulvérisation
- Sens de soudage - exemple : Torche tirée
- Type de passe - exemple : passe large balayée

20 - Température de préchauffage (si nécessaire)

La température de préchauffage avant soudage doit être indiquée en degrés Celsius dans le formulaire principalement pour les aciers faiblement alliés et les aciers sensibles à la trempe.

21 - Température maximale entre passes (si nécessaire)

La température maximale entre passes à ne pas dépasser (vérifiée avant chaque nouvelle passe de soudure) doit être indiquée en degrés Celsius dans le formulaire.

22 - Nettoyage à réaliser entre passes (si nécessaire)

La méthode utilisée de nettoyage entre passes doit être indiquée :

- Meulage
- Brossage
- Dégraissage
- Burinage

23 - Support envers et gougeage (si nécessaire)

La présence d'un support envers et la méthode utilisée pour assurer un gougeage envers éventuel doit être indiquée.

24 - Température de postchauffage (si nécessaire)

La température de postchauffage après soudage doit être indiquée en degrés Celsius avec le temps de maintien dans le formulaire.

25 - Traitements thermiques après soudage (si nécessaire)

Les conditions de réalisation des traitements thermiques après soudage sont indiquée dans le formulaire.

- Vitesse de montée en °C / heure ou minutes
- Température maximale atteinte
- Durée de maintien en minutes ou heure
- Vitesse de refroidissement en ° C / heure ou minutes

26 - Informations complémentaires (si nécessaire)

Toute information complémentaire nécessaire à la réalisation du soudage doit être consignée dans le formulaire :

- Inclinaison de la torche de soudage en automatique
- Distance tube de contact / pièce
- Largeur de balayage en automatique, temps d'arrêt
- Temps de pulsation, fréquence de pulsation, rapport cyclique
- Étuvage des produits d'apport

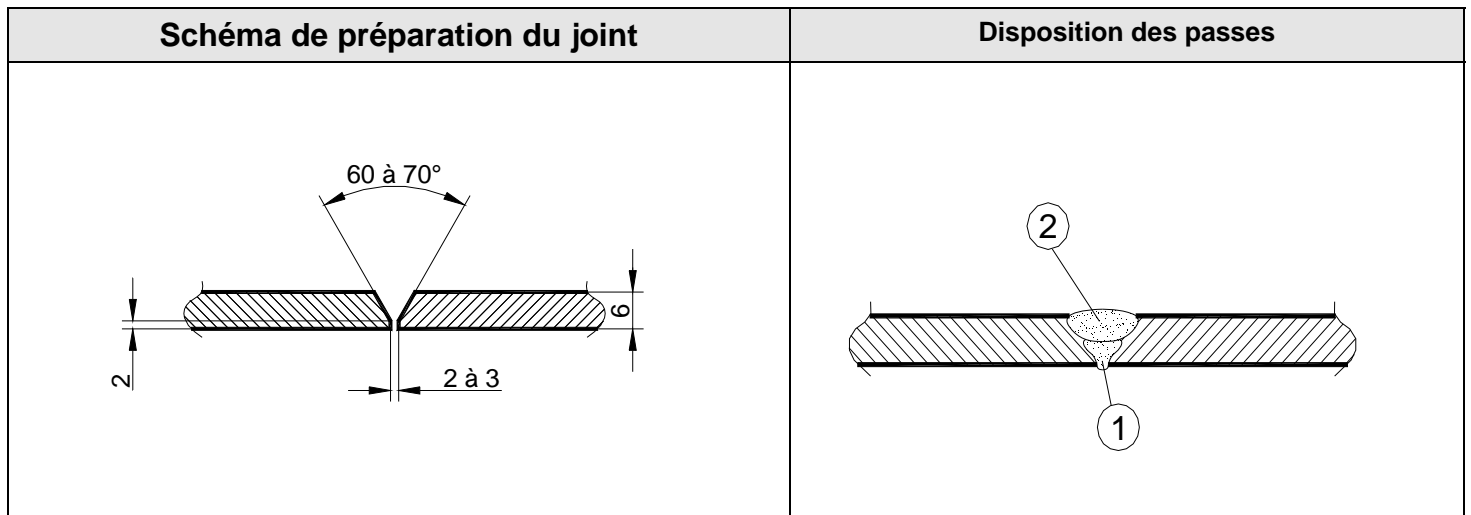
EXEMPLE DE DMOS

DESCRIPTIF DE MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE (D.M.O.S.)

111 - P - BW - t06 - PF

Lieu : _____
 DMOS référence N° : ____
 PV-QMOS N° : _____
 Constructeur : _____
 Nom du soudeur : _____
 Procédé de soudage : ____ 111 _____
 Repères à assembler : _____
 Type de joint : ____ P – BW – ss – nb _____

Organisme de contrôle : _____
 Méthode de préparation : Usinage + meulage
 Matériau de base : W01 (acier faiblement allié)
 Epaisseur du matériau de base (mm) : 6 mm
 Diamètre du matériau de base (mm) : _____
 Dimensions : 300 x 125 (2 plaques)
 Position de soudage de l'assemblage : PF



Paramètres de soudage

Passé N°	Procédé	Ø Métal d'apport	Intensité (Ampère)	Tension (Volt)	Courant Polarité (électrode)	Vitesse de fil (m./min.)	Energie
1	111	2,5	60 / 70		CC +		
2	111	3,2	80 / 100		CC +		

Métal d'apport : : S235 BASIQUE
 - Marque et référence : COMET J 50N
 - Reprise spéciale, séchage : Etuve 300°C (1 hre mini)
Gaz de protection / Flux : _____
 - Endroit : _____ - Envers : _____
Débit de Gaz (en litre/min.)
 - Endroit : _____ - Envers : _____
Electrode tungstène :
 - Type : _____ - Diamètre : _____
Préchauffage (Durée / température) : _____
Post chauffage (Durée / température) : _____
Traitement thermique : _____

Autres informations :
Prédéformations, pontets, appendices.
 - Balayage (largeur maxi.) : _____
 - Gougeage : _____
 - support à l'envers : _____
 - Fréquence, temporisation : _____
 - Angle électrode : 90°
 - Distance de maintien : _____
 - Soudage pulsé : _____
 - Plasma : _____
Contrôleur : _____

LE CONTROLE DES SOUDURES

Pour avoir plus de détails sur ce sujet, consulter le Guide CND élaboré par le CFMI.

Le contrôle non destructif des soudures permet de détecter les défauts des externes et internes des soudures. Certaines méthodes de contrôle sont parfois obligatoires ou exigées par le client en fonction du type d'ouvrage réalisé.

Les méthodes les plus couramment utilisées sont :

1 - Contrôle par ressuage

Le contrôle par ressuage permet de détecter des défauts de compacité, parfois très fins, débouchants en surface et non obstrués (fissures, porosités, replis, manque de liaison) sur des matériaux métalliques non poreux et non absorbants. Ce contrôle est réalisé à l'aide de produits (les pénétrants) à très faible tension superficielle qui pénètrent par capillarité dans les défauts débouchants en surface. Après élimination de l'excès de pénétrant sur la surface des pièces, l'apparition visuelle des défauts est réalisée par l'application d'un révélateur en une fine couche de poudre constituée de microscopiques tubes capillaires qui pompent le pénétrant retenu dans les discontinuités des défauts.

Applications du contrôle par ressuage

- Avant soudage : préparation des chanfreins
- Pendant le soudage : contrôle entre passes, gougeage d'une reprise envers
- Après soudage : défauts superficiels, étanchéité

2 - Contrôle visuel et dimensionnel :

Le contrôle visuel et dimensionnel consiste à soumettre une surface, une préparation de chanfrein ou une soudure à une vérification visuelle de son aspect physique et de ses dimensions géométriques.

Condition du contrôle visuel et dimensionnel :

Le contrôle visuel et dimensionnel doit être réalisé sous une luminosité de 350 lux minimum (recommandé : 500 lux). L'oeil de l'observateur doit être placé à une distance inférieure à 500 mm de la surface à examiner sous un angle supérieur à 30°.

Matériels de contrôle :

- Règle droite ou ruban de mesure avec graduations de 1 mm
- Loupe grossissante de 2 à 5 fois
- Jeu de jauges ou cales de 0,1 à 3 mm
- Jauge à vernier ou calibre de soudure
- Miroir ou endoscope

3 - Contrôle par magnétoscopie



Le contrôle magnétoscopique permet de détecter des défauts débouchants (obstrués ou non) et sous-jacents (de 1 à 2 mm) sous la surface des matériaux métalliques ferromagnétiques (les aciers inoxydables, les alliages de cuivre et les alliages d'aluminium sont exclus de cette application). Un champ magnétique important ($> 2400 \text{ A / m}$) traverse la pièce à contrôler jusqu'à saturation

magnétique avec l'application simultanée en surface d'une liqueur magnétique colorée ou fluorescente constituée de traceurs comme produit indicateur. En présence d'un défaut plan ou volumique, les lignes de force du champ sont déviées et accumulent la poudre magnétique au droit du défaut pour le rendre visible à l'œil nu. La perpendicularité du défaut par rapport aux lignes du champ magnétique accentue la sensibilité de détection du contrôle.

Mode d'examen

Le contrôle est réalisé

- soit en lumière blanche (500 lux minimum à la surface de la pièce) en utilisant des traceurs colorés et des fonds blancs contrastants (en bombe aérosol).
- soit en lumière ultraviolette avec lampe de Wood (100 à 150 Watts) en utilisant des traceurs fluorescents (l'intensité lumineuse U.V. doit être supérieure à 8 W / m^2).

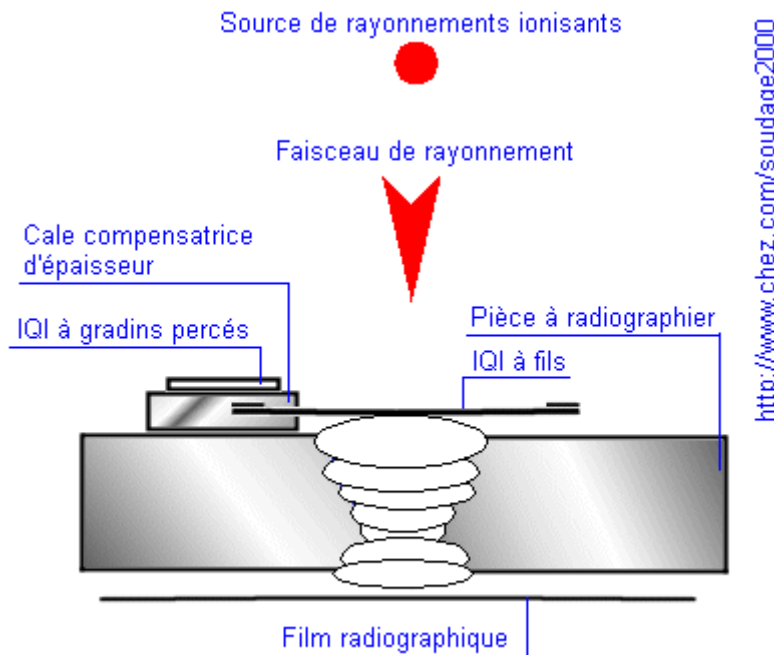
Avantages du contrôle par magnétoscopie

- Facilité de détection des défauts débouchants et sous-jacents (à 2 mm maxi).
- Les défauts peuvent être matés ou obstrués.
- Rapidité relative d'obtention des résultats.
- Bonne sensibilité de détection des défauts perpendiculaires au champ.

Inconvénients du contrôle par magnétoscopie

- Contrôle exclusivement réservé aux matériaux ferromagnétiques.
- Impossibilité de détecter des défauts en profondeur ($> 2 \text{ mm}$ de profondeur).
- Les opérateurs doivent être formés et expérimentés
- Risque d'interprétation d'images fallacieuses (sur filetage de vis par exemple)
- Risque électrique par passage direct de courant.
- Risque de micro fissuration sur certains aciers sensibles.
- Démagnétisation obligatoire après contrôle.
- Limitation du contrôle pour les grandes dimensions de pièces.

4 - Contrôle radiographique ou gammagraphie



Le contrôle radiographique par rayonnements ionisants (X ou γ) permet de détecter des défauts de compacité **internes** souvent très fins (fissures, soufflures, inclusions, manque de liaison, manque de fusion) dans les parois des matériaux métalliques. Ce contrôle est réalisé à l'aide d'un tube générateur à rayons X ou d'une source radioactive gamma γ qui émettent des rayonnements ionisants, de films radiographiques ou d'une caméra pour l'acquisition numérique de l'image transmise placés sur la face inverse au rayonnement. Les rayons électromagnétiques de faible longueur d'onde sont partiellement absorbés par les hétérogénéités du milieu en traversant la paroi du matériau irradié. Le faisceau impressionne le film radiosensible en fonction des rayonnements transmis à travers la pièce contrôlée pour donner naissance à l'image radiographique. La présence d'un défaut se traduit par une variation de l'absorption du rayonnement émis et donc à une variation de la densité optique du film au droit de l'image du défaut.

5 - Contrôle par ultrasons

La méthode repose sur la propagation d'une onde vibratoire, engendrée par un palpeur piézo-électrique. Elle est réfléchiée dès lors qu'elle rencontre un milieu différent de la nature du milieu de propagation.

Principe :

Un palpeur piezo -électrique émet une impulsion acoustique d'une fréquence supérieure à 20 kHz dans la pièce à contrôler.

En cas d'une défectuosité dans la pièce cette impulsion est réfléchiée ("écho d'impulsion") et cette réflexion peut être reçue par le même ou un autre palpeur. Connaissant la vitesse du son qui est une constante pour chaque matériau homogène il nous est alors possible de calculer la distance qui sépare la défectuosité du palpeur en mesurant le temps de parcours de l'impulsion.

LE MANUEL QUALITE

LE CONTETNU D'UN MANUEL QUALITE

Le manuel d'assurance qualité qui doit contenir au minimum les chapitres suivants:

- *Liste des révisions*
- *Déclaration du dirigeant*
- *Introduction*
- *Responsable de la gestion*
- *Système de qualité*
- *Organigramme de l'entreprise*
- *Organigramme concernant le projet*
- *Organigramme de l'assurance qualité*
- *Assurance qualité*
- *Inspection de l'assurance qualité*
- *Procédure pour la sélection des fournisseurs*
- *Responsabilité du chef de projet*
- *Révision du contrat*
- *Contrôle du dessin*
- *Contrôle de la documentation*
- *Achats*
- *Produits livrés par le client*
- *Identification et traçabilité des produits*
- *Contrôle commande*
- *Inspection des tests*
- *Contrôle, inspection des équipements*
- *Contrôle des non-conformités des produits*
- *Procédures pour les tests*
- *Correction des non-conformités*
- *Stockage et emballage*
- *Contrôle des commandes*
- *Vérification interne de la qualité*
- *Formation des techniciens*
- *Service des commandes*
- *Fréquence des contrôles et tests*

Equipements

- *Les équipements pour les mesures*
- *Les équipements pour les soudures*
- *Les traitements thermiques*
- *Les machines*
- *Les tests d'étanchéité*

Procédures

- · Procédures détaillées pour l'inspection des pièces à la livraison
- · Vérification des dimensions et formes
- · Analyse de la matière
- · Vérification de la surface
- · Tests destructifs

Procédures de fabrication

- · Soudure
- · Plans de soudage
- · Spécifications des procédures de soudage de toutes les soudures
- · Qualification des procédures de soudage de toutes les soudures
- · Enregistrement des procédures de soudage de toutes les soudures
- · Qualification des soudeurs
- · Cycle de traitement thermique
- · Procédure de nettoyage
- · Vérification des surfaces nettoyées
- · Peinture
- · Vérification de la surface après peinture

Tests et mesures

- · Vérification dimensionnelle après usinage final
- · Certificat final
- · Test d'étanchéité
- · Test RX

Condition de stockage, d'emballage, de livraison et de transport

Exemples de documentation standard par email

- · Enregistrement du contrôle qualité
- · Certificats des tests destructifs
- · Certificats des tests non destructifs
- · Contrôles dimensionnels
- · Test d'étanchéité
- · Rapport d'état d'avancement
- · Certificat de conformité selon le cahier des charges
- · Certificat de non-conformité

Planning

- · Général, trimestriel, mensuel ou hebdomadaire

MODELE DE MANUEL QUALITE POUR SOUDAGE REGLEMENTE

(PROCEDURE POUR L'ETABLISSEMENT D'UN MANUEL QUALITE POUR LA CONSTRUCTION D'UN RESEAU GAZ)

1. REFERENCES NORMATIVES.

- NF EN 12007-1 Systèmes d'alimentation en gaz - Canalisations pour pression maximale de service inférieure ou égale à 16 bars - Partie 1 : Recommandations fonctionnelles générales
- NF EN 12732 Système d'alimentation en gaz - Soudage des tuyauteries en acier - Prescriptions fonctionnelles
- **NF EN ISO 3834-1** Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 1 : Lignes directrices pour la sélection et l'utilisation
- **NF EN ISO 3834-2** Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 2 : Exigences de qualité complète
- **NF EN ISO 3834-3** Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 3 : Exigences de qualité normale
- NF EN 287-1 Qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 1 : Aciers
- **EN ISO 14731** Coordination en soudage - Tâches et responsabilités
- NF EN 473 Essais non destructifs - Qualification et certification du personnel END - Principes généraux
- **EN ISO 156XX** Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux Métalliques

2. CONTENU DU MANUEL DE QUALITE

2.1. Dispositions contractuelles

Cette partie du manuel de qualité doit toujours être complétée par l'entrepreneur. Cela peut éventuellement se faire en remplissant une check-list. L'entrepreneur déclare :

- qu'il a pris connaissance des réglementations et normes qui doivent être respectées. Une liste de ces documents est reprise dans le manuel de qualité. Il confirme qu'il est en possession de ces documents;
- qu'il est en possession des modes opératoires de soudage agréés dès que ceux-ci sont disponibles et qu'il a compris leur portée; qu'il connaît également la procédure qui sera suivie pour les contrôles pendant l'exécution du travail;
- qu'il connaît la marche à suivre si des modes opératoires de soudage doivent encore être qualifiés; qu'il connaît les dispositions relatives à la qualification du personnel pour tous les aspects des opérations et durant les différentes phases du travail;
- qu'il connaît les dispositions à suivre pour l'identification des exécutants concernant les soudures, les matériaux, etc.
- qu'il sait quelles parties du manuel de qualité il doit suivre et compléter, quels contrôles seront éventuellement effectués par un organisme de contrôle ou un organisme désigné par le maître de l'ouvrage et quelles procédures seront appliquées pour ces contrôles; qu'il sait à quelles autres exigences relatives à la qualité il doit satisfaire, par exemple le contrôle par échantillonnage des électrodes, le contrôle du matériel mis à disposition (tuyaux, accessoires) pour traitement, ... qu'il connaît les précautions qu'il doit prendre pour éviter toute influence des conditions d'environnement sur la qualité du travail, par exemple protection contre la pluie; quelles parties du travail il confiera à des sous-traitants, en spécifiant la procédure qu'il appliquera pour contrôler la qualité de leurs prestations; quelle procédure il a mis en place pour le traitement des non-conformités.

L'entrepreneur garantit l'authenticité des documents repris dans le manuel de qualité.

2.2. Conception

L'entrepreneur est supposé bien connaître la conception générale des canalisations de gaz. Si d'application, l'entrepreneur s'assurera (par exemple au moyen d'une check-list) :

- qu'il a bien reçu du maître de l'ouvrage tous les renseignements nécessaires relatifs à l'ampleur et la localisation du chantier, la classe de pression, les exigences spécifiques éventuelles, ...
- qu'il est familiarisé avec le tracé complet de la canalisation à poser. Ce tracé doit être connu complètement de l'entrepreneur. Il signale au maître de l'ouvrage tout élément pouvant présumer que le tracé prévu pourrait engendrer des difficultés lors des travaux. Il s'assure qu'il dispose des informations nécessaires relatives à la nature du pavage, la nature du sol, l'accessibilité du tracé, la présence d'autres canalisations, de câbles ou d'obstacles souterrains;
- qu'il dispose d'un personnel qualifié pour réaliser sans problèmes les travaux.

Pour des travaux spéciaux qui ne sont pas explicitement décrits dans le contrat, le contractant réalisera une étude de détail, qui devra être approuvée par le maître de l'ouvrage, avant d'entamer les travaux.

Cette étude sera réalisée conformément à la réglementation actuelle en matière de sécurité (coordinateur de sécurité, analyse des risques, ...)

Pour les canalisations en acier, il contrôlera que les matériaux de base proposés et les caractéristiques des joints à souder correspondent bien aux modes opératoires établis;

Il prouvera qu'il a compris les exigences relatives à l'acceptation des soudures.

2.3. Sous-traitance

Lorsque l'entrepreneur sous-traite certaines prestations, il doit en avertir au préalable le maître de l'ouvrage. De plus, il devra démontrer que :

- il a communiqué au sous-traitant tous les documents nécessaires pour que ce dernier soit complètement informé de toutes les exigences concernant ses travaux;
- il exige du sous-traitant tous les documents nécessaires pour compléter le dossier de construction, selon les dispositions contractuelles;
- il a remis au sous-traitant une copie de la partie relevante du manuel qualité et qu'il a vérifié que le sous-traitant est en mesure - et a affirmé - de se conformer à toutes les exigences de qualité relatives à ses prestations;
- il s'est assuré que le sous-traitant dispose d'un personnel qualifié pour exécuter sans problèmes les travaux.

2.4. Personnel

2.4.1. Généralités

L'entrepreneur doit disposer du personnel qualifié nécessaire. Il communiquera une liste du personnel qui sera normalement chargé des travaux, ainsi que leurs qualifications. Il en fera de même pour le personnel dirigeant et pour les sous-traitants.

2.4.2. Soudeurs - acier

Tous les soudeurs doivent être qualifiés selon l'NF EN 287-1, sur base du (des) mode(s) opératoire(s) de soudage retenu(s) pour ce travail.

L'attestation de qualification doit clairement mentionner tous les éléments prescrits dans le cahier des charges. Elle reprend au minimum : le nom du soudeur, le numéro d'identification unique, l'entreprise du soudeur, le mode opératoire de soudage, la procédure d'évaluation des soudures si elle est différente de la norme NF EN 287-1, l'organisme ayant procédé à la qualification et la date de validité.

2.4.3. Soudeurs - polyéthylène

Tous les soudeurs doivent avoir suivi une formation dans un centre de formation reconnu par le maître de l'ouvrage.

Ils doivent être en possession d'une autorisation valable, conformément au mode opératoire de soudage requis (soudage bout

à bout et/ou électrosoudage). L'autorisation doit au moins mentionner les données suivantes : le nom du soudeur, le numéro d'identification unique, l'entreprise du soudeur, le mode opératoire de soudage pour laquelle il a été qualifié et la date de validité.

Une copie de la qualification de chaque soudeur doit être reprise dans le manuel qualité. Aucun membre du personnel ne peut réaliser des soudures sur le chantier si sa qualification n'est pas reprise dans le manuel. Un soudeur ne peut réaliser des soudures que selon un mode opératoire de soudage pour lequel il a été qualifié.

2.4.4. Coordinateur en soudage

Un coordinateur ayant des connaissances spécifiques en soudage est désigné. Ce coordinateur doit avoir au moins la qualification suivante en référence à la norme NF EN ISO 14731 :

- pour les MP A et B et la basse pression : un soudeur - chef d'équipe ayant plusieurs années d'expérience,
- pour la MP C : soit un spécialiste européen en soudage (EWS) soit un technologue européen en soudage (EWT)
- pour la HP : un ingénieur européen en soudage (EWE).

Le coordinateur en soudage doit être en mesure de donner au personnel exécutant des indications précises concernant le mode opératoire de soudage et tous les détails d'exécution.

Il doit pouvoir s'assurer de l'exécution et du contrôle des travaux. Il doit connaître la procédure à suivre lorsqu'une anomalie est constatée. Il doit disposer d'un pouvoir suffisant pour intervenir immédiatement et de façon efficace.

Le manuel qualité doit reprendre le nom du coordinateur en soudage, ainsi que ses attributions et la description de sa fonction.

2.5. Personnel chargé des contrôles et des essais

2.5.1. Généralités

Le manuel qualité reprend le nom de la personne responsable de l'organisation du contrôle (visuel, NDT ou autre) et des essais. Cette personne doit être qualifiée. Le manuel qualité définit les contrôles et les essais prévus sur le chantier, quand ils seront effectués et par qui. Le responsable des contrôles et des essais doit être à même de suivre l'évolution des travaux afin de pouvoir planifier et faire réaliser à temps les contrôles nécessaires.

2.5.2. Agent de contrôle non destructif (canalisations en acier)

Tous les agents chargés de réaliser le contrôle non destructif doivent être certifiés selon la norme NF EN 473. Toutefois l'agent peut être certifié selon une habilitation de l'exploitant du réseau pour les activités qui lui sont confiées. Pour les agents ne faisant pas partie du personnel d'un organisme de contrôle reconnu, une copie de l'attestation de leur qualification sera reprise dans le manuel de qualité.

Pour l'interprétation des radiographies (ou d'autres examens non destructifs) il est fait appel à du personnel qualifié indépendant de l'entrepreneur. Le manuel qualité spécifie le mode opératoire et l'interprétation du contrôle NDT (par exemple copie de la commande à un organisme indépendant) ainsi que la norme suivant laquelle l'interprétation des défauts de soudure doit s'effectuer.

Pour les conduites HP, le contrôle doit obligatoirement être effectué par un organisme de contrôle agréé.

2.5.3. Agent de contrôle (canalisations en polyéthylène)

Les contrôles du mode opératoire de soudage ou des soudures, tels que décrits dans le cahier des charges, sont effectués par un personnel qualifié, indépendant de l'entrepreneur. Cet agent de contrôle peut être un délégué de la société gazière, qualifié pour cette tâche, ou un délégué d'un organisme de contrôle reconnu. Le nom de cette personne ainsi qu'une référence à sa qualification sont repris dans le manuel qualité s'il ne fait pas partie du personnel d'un organisme de contrôle agréé.

2.6. Matériel

2.6.1. Matériels pour l'exécution des travaux

Le manuel qualité doit mentionner les principaux matériels qui seront utilisés. Cette liste peut contenir :

- les sources d'énergie et machines de soudage,
- le matériel pour la préparation des joints, y compris le matériel de coupage,
- les engins de levage, grues et excavateurs,
- les moyens de protection individuelle et autres matériels de sécurité,
- les appareils de séchage et de chauffage des électrodes,
- l'équipement pour les essais destructifs et non destructifs.

Le contenu minimum de cette liste est fonction de l'application considérée.

Sera mentionné pour ce matériel, suivant l'application : la marque, le type, le numéro d'identification, les certificats de sécurité, les caractéristiques, les dimensions et toutes les autres données qui sont indispensables pour évaluer si le matériel suffit et est adapté pour exécuter le travail selon les règles de l'art.

2.6.2. Adéquation et entretien du matériel

Pour tout équipement pour lequel s'appliquent des impositions légales, les copies des documents ou une liste exhaustive des appareillages, avec la référence aux certificats et aux dates de validité, seront reprises dans le manuel qualité (par ex. : les attestations de contrôle de la sécurité).

Pour les équipements nécessitant un entretien et/ou un contrôle régulier, le manuel qualité reprendra les schémas de contrôle et d'entretien.

2.7. Activités de soudage

2.7.1. Planning

Pour autant que l'ampleur du chantier individuel l'exige, un planning sera établi, tenant compte des moyens de production disponibles, tels qu'ils sont repris dans le manuel qualité.

2.7.2. Qualification des modes opératoires de soudage (canalisations en acier)

Les modes opératoires de soudage sont qualifiés suivant EN288 et doivent être repris dans le manuel qualité avant le début des opérations de soudage.

2.7.3. Instructions de travail

S'il est fourni au personnel d'autres instructions écrites que le mode opératoire de soudage et les règles de sécurité, ces instructions seront également reprises dans le manuel qualité.

2.8. Stockage des électrodes (canalisations en acier)

Le manuel qualité donnera des instructions pour le stockage des électrodes (où et comment). Ces instructions doivent être conformes aux procédures de stockage précisées par le fabricant des électrodes.

2.9. Stockage des matériaux

Si nécessaire, des instructions relatives au stockage des autres matériaux seront reprises dans le manuel qualité.

2.10. Contrôles, essais et vérifications

Le maître de l'ouvrage a toujours le droit de réaliser des contrôles.

Afin de permettre l'organisation des contrôles et des essais, une procédure est établie au préalable de manière que le maître de l'ouvrage soit prévenu en temps utile pour pouvoir réaliser ou faire réaliser les contrôles convenus. Cette procédure est reprise dans le manuel qualité.

Avant le début du soudage, il est vérifié si :

- les qualifications des soudeurs sont reprises dans le manuel et qu'elles sont toujours valables,
- le mode opératoire de soudage est adapté au travail,
- les matériels fournis sont en bon état et correspondent aux exigences du cahier des charges,
- les électrodes correspondent au mode opératoire de soudage et qu'elles sont livrées et stockées correctement,
- on dispose du matériel nécessaire pour la préparation correct des bords à souder (suivant le mode opératoire de soudage) et pour réaliser l'alignement et le pointage des bords, ...
- les conditions environnementales sont adaptées pour permettre l'exécution correcte des travaux, par exemple, les conditions de travail des soudeurs, protection contre la pluie, ...

Le manuel qualité spécifie qui est responsable pour le contrôle en cours de soudage, par exemple le coordinateur en soudage, ainsi que la fréquence de certains contrôles, entre autres :

- contrôle des paramètres de soudage,
- contrôle de la propreté des surfaces à souder.

De plus, pour l'acier :

- contrôle du nombre et de la séquence des passes,
- contrôle de l'utilisation et de la manipulation correct des électrodes,
- maîtrise des températures,
- tout autre contrôle éventuellement nécessaire.

Avant de terminer le chantier, il faut vérifier si tous les contrôles prévus (examen non destructif) ont effectivement été effectués.

Le manuel qualité mentionnera les éléments minimums devant être repris dans le rapport final du chantier.

2.11. Non-conformités et actions correctives

Le manuel qualité décrit la marche à suivre pour traiter les non-conformités ainsi que pour prendre les actions correctives. Il spécifie les soudures pouvant être réparées ainsi que celles devant être découpées. Il indique la procédure à suivre pour d'éventuels contrôles supplémentaires lorsque l'examen révèle qu'une soudure doit être rejetée. Il mentionne également les contrôles à effectuer sur les soudures réparées.

2.12. Etalonnage

Si nécessaire, il est décrit le mode opératoire et la périodicité de l'étalonnage des instruments de mesure utilisés pour les contrôles.

2.13. Identification et traçabilité

Le manuel qualité doit spécifier l'étendue et la marche à suivre pour l'identification des pièces et des exécutants.

2.14. Documentation

Dans le manuel qualité doit figurer la liste de tous les documents qui doivent être repris dans le dossier de conception :

- modes opératoires de soudage appliqués et leurs qualifications,
- attestations de qualification des soudeurs,
- rapports de contrôles et d'essais non destructifs,
- procès-verbaux des réparations et de leurs contrôles,
- identification des soudeurs,
- plans d'exécution (as built),
- procès-verbal des essais de pression,

Les documents suivants peuvent être communiqués si nécessaire :

- certificats des matériaux,
- certificats des électrodes,
- procès-verbal de la mesure du point de rosée dans la canalisation,
- procès-verbal de la mesure de la résistance électrique du revêtement isolant des canalisations en acier.

LES NORMES DE SOUDAGE

Hygiène, sécurité et protection en soudage

Référence	Édition	Objet - Titre de la norme
NF EN 169	Mai 2003	Protection individuelle de l'oeil - Filtres pour le soudage et les techniques connexes – Exigences relatives au facteur de transmission et utilisation recommandée
NF EN 175	Septembre 1997	Protection individuelle de l'oeil - Équipements de protection des yeux et du visage pour le soudage et les techniques connexes
NF EN 1598/A1	Mars 2002	Hygiène et sécurité e, soudage et techniques connexes – Rideaux, lanières et écrans transparents pour les procédés de soudage à l'arc
NF EN ISO 11611	Avril 2008	Vêtements de protection utilisés pendant le soudage et les techniques connexes
NF EN 12477/A1	Septembre 2005	Gants de protection pour soudeurs
NF EN 50 063	Juillet 1990	Règles de sécurité concernant la construction et l'installation du matériel de soudage électrique par résistance et techniques connexes
NF EN 62135-1	Janvier 2009	Matériels de soudage par résistance – Partie 1 : exigences de sécurité pour la conception, la fabrication et l'installation
NF EN 730-1	Mars 2003	Matériels de soudage aux gaz – Dispositifs de sécurité – Partie 1 : avec arrêt de flamme
NF EN 730-2	Mars 2003	Matériels de soudage aux gaz – Dispositifs de sécurité – Partie 2 : sans arrêt de flamme
A 84-441	Décembre 1991	Matériel de soudage aux gaz et techniques connexes - Réseau de distribution des gaz en usine - Règles de sécurité pour la conception, la réalisation et l'exploitation.
A 85-002	Janvier 1985	Équipement pour soudage électrique à l'arc et techniques connexes - Règles particulières de sécurité électrique concernant l'installation et l'utilisation
NF A 85-600	Mars 1978	Porte-électrode pour soudage manuel avec électrodes enrobées - Règles de sécurité, spécifications et essais de type
A 85-950-1	Décembre 1994	Soudage et techniques connexes - Soudage en pleine eau - Prescriptions de sécurité - Partie 1 : règles générales.
XP A 85-950-2	Mai 1996	Soudage et techniques connexes - Soudage en pleine eau - Prescriptions de sécurité - Partie 2 : règles spécifiques concernant le matériel de soudage.

Les normes générales du soudage

◇ Référence	Édition	Objet - Titre de la norme
NF EN ISO 17659	Décembre 2004	Soudage - Liste multilingue de termes relatifs aux assemblages et aux joints soudés, avec illustrations
NF EN 1792	Mai 2003	Soudage - Liste multilingue de termes concernant le soudage et les techniques connexes
NF EN ISO 14731	Octobre 2007	Coordination en soudage - Tachés et responsabilités.
NF EN ISO 3834-2	Avril 2006	Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 2 : exigences de qualité complète.
NF EN ISO 3834-3	Avril 2006	Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 3 : exigences de qualité normale.
NF EN ISO 3834-2	Avril 2006	Exigences de qualité en soudage - Soudage par fusion des matériaux métalliques - Partie 4 : exigences de qualité élémentaire.
FD CEN ISO/TR 3834-6	Décembre 2009	Soudage - Mise en application des exigences de qualité de l'ISO 3834 pour le soudage par fusion des matériaux métalliques
ISO/TR 15608	Octobre 2005	Soudage - Lignes directrices pour un groupement des matériaux métalliques.
NF EN 1011-1	Mai 2009	Soudage - Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques - Partie 1 : lignes directrices générales pour le soudage à l'arc
NF EN ISO 13916	Octobre 1996	Soudage - Lignes directrices pour le mesurage de la température de préchauffage, de la température entre passes et de la température de maintien du préchauffage
NF EN 1598	Décembre 1997	Hygiène et sécurité en soudage et techniques connexes – Rideaux, lanières et écrans transparents pour les procédés de soudage à l'arc.

Les essais destructifs et contrôles non destructifs

Référence	Édition	Objet - Titre de la norme
NF EN 473	Août 2008	Essais non destructifs - Qualification et certification du personnel END - Principes généraux
NF EN 875	Novembre 1995	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essai de flexion par choc - Position de l'éprouvette, orientation de l'entaille et examen.
NF EN 876	Novembre 1995	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essai de traction longitudinale du métal fondu des assemblages soudés par fusion
NF EN 895	Septembre 1995	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essai de traction transversale (Remplace NF A89-200-1981)
NF EN 910	Mai 1996	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essais de pliage (Remplace NF A89-203-1981)
NF EN 1043-1	Février 1996	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essai de dureté - Partie 1 : essai de dureté des assemblages soudés à l'arc. (Remplace NF A81-460-1980)
NF EN 1043-2	Décembre 1996	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essai de dureté - Partie 2 : essai de microdureté des assemblages soudés.
NF EN 1320	Décembre 1996	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essai de texture
NF EN 1321	Décembre 1996	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Examen macroscopique et microscopique des assemblages soudés
NF EN 1330-1	Août 1999	Essais non destructifs - Terminologie - Partie 1 : liste des termes généraux
NF EN 1330-2	Août 1999	Essais non destructifs - Terminologie - Partie 2 : termes communs aux méthodes d'essais non destructifs
NF EN 1330-3	Décembre 1997	Essais non destructifs - Terminologie - Partie 3 : termes pour le contrôle radiographique industriel
NF EN 1330-4	Juillet 2000	Essais non destructifs - Terminologie – Partie 4 : termes utilisés en contrôle ultrasonore
NF EN ISO 12718	Novembre 2008	Essais non destructifs – Contrôle par courants de Foucault - Vocabulaire
NF EN 1330-8	Octobre 1998	Essais non destructifs - Terminologie - Partie 8 : termes utilisés en contrôle d'étanchéité

NF EN 1330-9	Août 2009	Essais non destructifs - Terminologie - Partie 9 : termes utilisés en contrôle par émission acoustique
NF EN 10246-1	Août 1996	Essais non destructifs des tubes en acier - Partie 1 : contrôle automatique électromagnétique pour vérification de l'étanchéité hydraulique des tubes en acier sans soudure et soudés ferromagnétiques (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre).
NF EN 10246-7	Janvier 2006	Essais non destructifs des tubes en acier - Partie 7 : contrôle automatique par ultrasons sur toute la circonférence des tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre) pour la détection des imperfections longitudinales.
NF EN 12062	Octobre 1997	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Règles générales pour les matériaux métalliques
NF EN 12062/A1	Juin 2003	
NF EN 12062/A2	Juillet 2004	
NF EN 1435	Octobre 1997	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par radiographie des assemblages soudés
NF EN 1435/A1	Juin 2003	
NF EN 1435/A2	Juillet 2004	
NF EN 12517-1	Juillet 2006	Essais non destructifs des assemblages soudés – Partie 1 : évaluation par radiographie des assemblages soudés en acier, nickel, titane et leurs alliages – Niveaux d'acceptation
NF EN 12517-2	Novembre 2008	Essais non destructifs des assemblages soudés – Partie 2 : évaluation par radiographie des assemblages soudés en aluminium et ses alliages – Niveaux d'acceptation
NF EN 1712	Novembre 1997	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par ultrasons des assemblages soudés - Niveaux d'acceptation.
NF EN 1712/A2	Juillet 2004	
NF EN 970	Mai 1997	Contrôle non destructif des assemblages soudés par fusion - Contrôle visuel
NF EN ISO 23277	Janvier 2010	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par ressuage des soudures - Niveaux d'acceptation
NF EN 1290	Août 1998	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par magnétoscopie des assemblages soudés
NF EN 1290/A1	Décembre 2002	
NF EN 1435/A2	Juillet 2004	
NF EN 1291	Août 1998	Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par magnétoscopie des soudures - Niveaux d'acceptation
NF EN 1290/A1	Décembre 2002	
NF EN 1435/A2	Juillet 2004	

NF E 52-109-2	Décembre 1990	Levage et manutention - Assemblages soudés - Partie 2 : classes de qualité de soudure - Étendue des contrôles non destructifs.
NF EN ISO 13919-1	Octobre 1996	Soudage - Assemblages soudés par faisceau d'électrons et par faisceau laser - Guide des niveaux de qualité des défauts - Partie 1 : acier.

Préparation de joints pour le soudage

Référence	Édition	Objet - Titre de la norme
A 87-020	Mai 1990	Soudage et techniques connexes - Soudage électrique à l'arc des éléments de fixation - Guide.
NF EN 1011-1	Mai 2009	Soudage - Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques - Partie 1 : lignes directrices générales pour le soudage à l'arc
NF EN ISO 17659	Décembre 2004	Soudage - Liste multilingue de termes relatifs aux assemblages et aux joints soudés, avec illustrations
NF EN 1708-1 NF EN 1708-1/A1	Octobre 1999 Juillet 2004	Soudage - Descriptif de base des assemblages soudés en acier - Partie 1 : composants soumis à la pression
NF EN 22553	Août 1994	Joints soudés et brasés - Représentations symboliques sur les dessins
NF EN ISO 9692-1	Juin 2004	Soudage et techniques connexes – Recommandations pour la préparation de joints – Partie 1 : soudage manuel à l'arc avec électrode enrobée, soudage à l'arc avec électrode fusible sous protection gazeuse, soudage aux gaz, soudage TIG et soudage par faisceaux des aciers
NF EN ISO 9692-2	Février 1999	Soudage et techniques connexes - Préparation de joints - Partie 2 : soudage à l'arc sous flux en poudre des aciers

Qualifications de modes opératoires de soudage

Référence	Édition	Objet - Titre de la norme
NF EN ISO 15607	Mai 2004	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Règles générales
NF EN ISO 15609-1	Janvier 2005	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Partie 1 : soudage à l'arc
NF EN ISO 15614-1	Février 2005	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques –Epreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage – Partie 1 : soudage à l'arc et aux gaz des aciers et soudage à l'arc des nickels et alliages de nickel
NF EN ISO 15614-2	Décembre 2005	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques –Epreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage – Partie 2 : soudage à l'arc de l'aluminium et de ses alliages
NF EN ISO 15610	Mai 2004	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification basée sur des produits consommables soumis à essais
NF EN ISO 15611	Mai 2004	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification sur la base de l'expérience en soudage
NF EN ISO 15612	Novembre 2004	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification par référence à un mode opératoire de soudage standard
NF EN ISO 15613	Octobre 2004	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification sur la base d'un assemblage soudé de préproduction
NF EN ISO 15609-3	Novembre 2004	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Descriptif d'un mode opératoire de soudage – Partie 3 : soudage par faisceau d'électrons
NF EN ISO 15609-4	Août 2009	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Descriptif d'un mode opératoire de soudage – Partie 4 : soudage par faisceau laser
NF EN ISO 11970	Mars 2008	Descriptif et qualification d'un mode opératoire pour le soudage de production sur aciers moulés
FD A 35-029	Septembre 1999	Armatures pour béton armé - Assemblages soudés - Qualification d'un mode opératoire de soudage. Qualification des soudeurs (Remplace FD A35-029:1995)
NF A 89-011	Juillet 1986	Appareils à pression de gaz ou de vapeur en acier - Qualification d'un mode opératoire de soudage - Cas d'un assemblage destiné à fixer sur une paroi une pièce boulonnée, un tirant ou une tige entretoise
A 89-803	Octobre 1992	Soudage et techniques connexes - Qualification de mode opératoire de soudage - Assemblages soudés thermoplastiques.













NF EN ISO 15614-10	Juillet 2005	Descriptif et qualification d'un mode opératoire pour les matériaux métalliques – Epreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage – Partie 10 : soudage hyperbare en caisson
NF E 83-100-5	Décembre 1995	Construction d'ensembles mécano soudés - Techniques de soudage - Partie 5 : qualification d'un mode opératoire de soudage. (Remplace NF E83-100-5-1989)

Qualifications des soudeurs / opérateurs

Référence	Édition	Objet - Titre de la norme
NF EN 287-1 NF EN 287-1/A2	Août 2004 Septembre 2006	Épreuve de qualification des soudeurs – Soudage par fusion - Partie 1 : aciers
NF EN ISO 9606-2	Mai 2005	Épreuve de qualification des soudeurs – Soudage par fusion - Partie 2 : aluminium et ses alliages
NF EN ISO 9606-3	Juin 1999	Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 3 : cuivre et ses alliages
NF EN ISO 9606-4	Juin 1999	Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 4 : nickel et ses alliages
NF EN ISO 9606-5	Mai 2000	Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 5 : titane et ses alliages, zirconium et ses alliages
NF EN 1418	Mars 1998	Personnel en soudage - Épreuve de qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par fusion et des régleurs en soudage par résistance pour le soudage totalement mécanisé et automatique des matériaux métalliques - Épreuve de qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par fusion et des régleurs en soudage par résistance pour le soudage totalement mécanisé et automatique des matériaux métalliques
FD A 35-029	Septembre 1999	Armatures pour béton armé - Assemblages soudés Qualification d'un mode opératoire de soudage. Qualification des soudeurs
NF EN 13067	Septembre 2003	Personnel en soudage des plastiques – Epreuve de qualification des soudeurs – Assemblages soudés thermoplastiques
NF A88-941	Janvier 2005	Soudage et techniques connexes - Épreuve de qualification des soudeurs pour assemblages de sécurité sur les canalisations de distribution de gaz combustible - Assemblage de canalisations des installations de gaz combustible situées en aval de l'organe de coupure général
NF A88-942	Janvier 2005	Soudage et techniques connexes - Épreuve de qualification des braseurs pour assemblages de sécurité sur les canalisations de distribution de gaz combustible - Assemblage de canalisations des installations de gaz combustible situées en aval de l'organe de coupure général
NF EN ISO 15618-1	Février 2002	Epreuve de qualification des soudeurs pour le soudage sous l'eau – Partie 1 : scaphandriers-soudeurs pour le soudage hyperbare en pleine eau

Avertissement : pour connaître les nouvelles normes, consulter les sites ci-après

Les organismes de normalisation du soudage

Titre	Logo	Lien Internet	Langue
AFNOR		http://www.afnor.fr	
A.F.S.		http://www.chez.com/associationfrancaisesoudage/	
AWS		http://www.aws.org	
CEN		http://www.cenorm.be	
EWf		http://www.ewf.be	
ISO		http://www.iso.ch	
CNS		http://www.cns-france.org	