

[PARTIE 2] SOUDAGE DE CONSTRUCTION METALLIQUE SUR BASE DE L'EN 1090-1/-2

EN 1090-2

L'article paru dans le numéro précédent a attiré l'attention sur l'importance des normes EN 1090-1 et -2. La partie 2 de l'article sera plus spécialement consacrée à la norme EN 1090-2 qui reprend non seulement les exigences quant à la qualification des modes opératoires de soudage et du personnel de soudage mais traite également la coordination en soudage et les critères d'acceptation.

Un aperçu des exigences posées au soudage est repris dans le tableau 1.

Par Ing. Benny Droesbeke, IWS (IBS) - (Traduction: M.C. Ritzen – IBS)



Fig. 1: Le pont levant Gustave Flaubert à Rouen construit par Victor Buyck Steel Construction

QUALIFICATION DES MODES OPERATOIRES DE SOUDAGE

Comme on peut le conclure du **tableau 1**, le soudage sous EXC 2, 3 ou 4 doit être exécuté suivant un mode opératoire de soudage qualifié.

Les modes opératoires de soudage possibles pour le soudage par

fusion sont repris au **tableau 2**. On remarque qu'on offre la possibilité, pour les constructions qui tombent sous EXC 2 et avec un acier de qualité inférieure ou égale à S355, de qualifier un mode opératoire de soudage via une méthode de soudage standard suivant EN ISO 15612. Ceci permet donc d'utiliser un mode

opératoire de soudage existant d'une autre société. Si la qualité d'acier utilisé est inférieure ou égale à S275, on a deux possibilités complémentaires: qualification sur la base de l'expérience en soudage (EN ISO 15611) et qualification basée sur des produits consommables soumis à essais (EN ISO 15610).

Exigences supplémentaires

- Pour les soudures d'angle soumises à la traction avec $a \leq 0,5t$ sur acier de qualité supérieure à S275, 3 essais de traction en croix supplémentaires doivent être réalisés.
- Si on soude sur des 'shop primers', il faut réaliser un essai sur la soudure sur l'épaisseur de couche maximale permise.
- Si la qualification du mode opératoire de soudage a été faite suivant l'EN ISO 15612, 15613 ou 15614-1, la préparation du joint utilisée dans la construction doit être similaire à celle utilisée lors de l'essai de qualification du mode opératoire.
- Pour les procédés de soudage qui n'ont plus été utilisés depuis quelque temps et où la qualification du mode opératoire a été faite suivant l'EN ISO 15613 ou 15614-1, il faut: Pour une période entre un à trois ans, réaliser un essai de production approprié pour les aciers > S355. Le contrôle consiste en: examen visuel, examen radiographique ou par ultrasons (pas pour une soudure d'angle), détection de fissures à la surface par magnétoscopie ou ressuage, macrographie, essai de dureté. Pour une période supérieure à trois ans: pour les aciers \leq S355, faire une macrographie lors de l'essai de production; pour les aciers > S355, faire un nouvel essai de qualification du mode opératoire.

TABLEAU 1: APERÇU DES EXIGENCES PAR RAPPORT AUX CLASSES D'EXECUTION (EXC). NE = NON EXIGE

DETERMINATIONS	EXC 1	EXC 2	EXC 3	EXC 4
7.1 Généralités	EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2	EN ISO 3834-2
7.4.1 Qualification des modes opératoires de soudage	NE	Voir tableau 2	Voir tableau 2	Voir tableau 2
7.4.2 Qualification des soudeurs et opérateurs	Soudeurs: EN 287-1; Opérateurs: EN 1418	Soudeurs: EN 287-1 Opérateurs: EN 1418	Soudeurs: EN 287-1 Opérateurs: EN 1418	Soudeurs: EN 287-1 Opérateurs: EN 1418
7.4.3 Coordination en soudage	NE	Connaissance technique suivant tableau 3	Connaissance technique suivant tableau 3	Connaissance technique suivant tableau 3
7.5.1 Préparation des joints	NE	NE	Pour la préparation, couche de fond non permise	Pour la préparation, couche de fond non permise
7.5.6 Fixations provisoires	NE	NE	L'utilisation doit être spécifiée. Couper n'est pas permis	L'utilisation doit être spécifiée. Couper n'est pas permis
7.5.7 Soudures de pointage	NE	Mode opératoire de soudage qualifié	Mode opératoire de soudage qualifié	Mode opératoire de soudage qualifié
7.5.9 Soudures bout à bout	NE	Surlongueurs de départ et de fin de soudure si spécifié	Surlongueurs de départ et de fin de soudure	Surlongueurs de départ et de fin de soudure
7.5.9.2 Soudures d'un seul côté	NE	Surlongueurs de départ et de fin de soudure si spécifié	Support permanent continu	Support permanent continu
7.5.17 Exécution du soudage	NE	NE	Eliminer les projections de soudage	Eliminer les projections de soudage
7.6 Critères d'acceptation	niveau D si spéc. spécifié	EN ISO 5817 niveau C en général	EN ISO 5817 niveau B	EN ISO 5817 niveau B+
12.4.2.5 Correction des soudures	Pas de MOS exigé	Suivant DMOS	Suivant DMOS	Suivant DMOS

QUALIFICATION DES SOUDEURS ET DES OPERATEURS DE MACHINES DE SOUDAGE

Le **tableau 1** indique que, pour toutes les classes EXC, il est exigé de qualifier les soudeurs suivant

l'EN 287-1 et les opérateurs suivant l'EN 1418. Le soudage de tubes ramifiés avec des angles inférieurs à 60° doit être qualifié à l'aide d'un essai spécifique. De plus, les enregistrements des essais de qualification doivent être disponibles.

COORDINATION EN SOUDAGE

A partir de EXC 2, un coordinateur en soudage est exigé (voir **tableau 1**). Le coordinateur en soudage est la personne qui est responsable de toutes les activités de soudage et techniques connexes (par ex. le coupage) et qui possède la compétence pour ce faire. Les tâches d'un coordinateur en soudage sont décrites dans l'annexe B de l'EN ISO 14731.

Si la coordination en soudage est attribuée à plusieurs personnes, il faut désigner un coordinateur en soudage responsable (RWC – responsable welding coordinator). Pour tous les coordinateurs en soudage, il faut décrire:

- les tâches et responsabilités,
- la position au sein de l'entreprise,
- la compétence à signer des documents.

Les compétences exigées sont liées à la classe EXC en combinaison avec les aciers utilisés et leur épaisseur.

Le tableau 3 donne ces compétences pour l'acier de construction. Les compétences ont trait aux connaissances techniques nécessaires pour le planning, l'exécution, le contrôle et les essais des assemblages soudés. Le **tableau 3** mentionne trois niveaux différents, B, S et C.

L'IIVW (International Institute of Welding) a établi des recommandations pour définir ces trois niveaux sur base des connaissances minimales exigées (**tableau 4**). Celui qui est en possession d'un diplôme IVWS, IWV ou IWE est supposé satisfaire respectivement aux niveaux B, S ou

TABLEAU 2: METHODES POUR LA QUALIFICATION DES MODES OPERATOIRES DE SOUDAGE POUR LES PROCÉDES DE SOUDAGE 111, 114, 12, 13 ET 14.

METHODE DE QUALIFICATION	NORME	EXC 2	EXC 3	EXC 4
EPREUVE DE QUALIFICATION D'UN MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE	EN ISO 15614-1	x	x	x
QUALIFICATION SUR LA BASE D'UN ASSEMBLAGE SOUDE DE PREPRODUCTION	EN ISO 15613	x	x	x
QUALIFICATION PAR REFERENCE A UN MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE STANDARD	EN ISO 15612	X ^a	-	-
QUALIFICATION SUR LA BASE DE L'EXPERIENCE EN SOUDAGE	EN ISO 15611	X ^b	-	-
QUALIFICATION BASEE SUR DES PRODUITS CONSOMMABLES SOUMIS A ESSAIS	EN ISO 15610	X ^b	-	-

x Admis
- Non admis

a Uniquement pour les aciers ≤ S355 et uniquement pour le soudage manuel ou partiellement mécanisé.

b Uniquement pour les aciers ≤ S275 et uniquement pour le soudage manuel ou partiellement mécanisé.

C. Comme le programme de formation tel qu'établi par l'IIVW, est très large, une personne en possession d'un diplôme IIVW peut remplir les tâches d'un coordinateur en soudage dans une entreprise de soudage. Celui qui n'est pas en possession d'un tel diplôme, peut prouver avoir le niveau exigé sur base de son expérience et de sa formation. Il est clair que le coordinateur en soudage doit uniquement avoir le niveau exigé pour les tâches qui lui sont attribuées.

SI LA COORDINATION EN SOUDAGE EST ATTRIBUEE A PLUSIEURS PERSONNES, IL FAUT DESIGNER UN COORDINATEUR EN SOUDAGE RESPONSABLE

soudure. Pour les aciers > S460, les bords coupés doivent être contrôlés (au moyen de l'examen visuel et ressuage ou magnétoscopie) pour vérifier s'ils sont exempts de fissures. La réparation par soudage des défauts doit faire l'objet d'un DMOS qualifié. Le soudage sur 'shop primers' est acceptable pour EXC 3 et EXC 4 si cela s'est fait ainsi lors de l'essai de qualification du mode opératoire.

(plus petite des deux).

SOUDURES BOUT A BOUT

Il faut également que la section de soudure exigée soit garantie au début et à la fin de la soudure. Pour EXC 3 et EXC 4, on impose l'utilisation de surlongueurs de début et de fin de soudure (pour EXC 2, uniquement si spécifié).

EXECUTION DES SOUDURES

Il faut prendre des mesures pour éviter les projections de soudage et l'amorçage de l'arc en touchant l'acier. Pour EXC 3 et EXC 4, les projections de soudage doivent être éliminées.

Il est interdit de souder sur des défauts visuels tels que les fissures, cratères, inclusions de laitier... qu'il faut d'abord éliminer.

CRITERES D'ACCEPTATION

En ce qui concerne les critères d'acceptation pour les défauts de soudage, il est fait référence à un niveau déterminé suivant l'EN ISO 5817, complétée par quelques

PREPARATION DES JOINTS

Comme nous l'avons déjà dit, la préparation des joints doit être similaire à celle utilisée lors de l'essai de qualification du mode opératoire (si réalisé suivant l'EN ISO 15612, 15613 ou 15614-1). De plus, les surfaces doivent être sèches et exemptes de matériaux pouvant influencer négativement la

SOUDURES DE POINTAGE

A partir de EXC 2, il faut utiliser un DMOS qualifié pour les soudures de pointage. De plus, si la soudure de pointage est reprise dans la couche terminale, le soudeur doit être qualifié! La longueur minimale des soudures de pointage doit correspondre au minimum à quatre fois l'épaisseur de la tôle la plus épaisse ou 50 mm

TABLEAU 3: COMPETENCE EXIGEE DU PERSONNEL DE COORDINATION EN SOUDAGE POUR ACIER DE CONSTR.

EXC	GROUPE D'ACIERS	REFERENCES NORMATIVES	EPAISSEUR (MM)		
			T ≤ 25 A	25 < T ≤ 50 B	T > 50
EXC 2	S235 à S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	B	S	C c
	S420 à S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	S	C d	C
EXC 3	S235 à S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	S	C	C
	S420 à S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	C	C	C
EXC 4	Tous	Tous	C	C	C

a Platinas de pied de poteau et platinas d'about ≤ 50 mm

b Platinas de pied de poteau et platinas d'about ≤ 75 mm

c Pour les aciers ≤ S275, le niveau S est suffisant

d Pour les aciers N, NL, M et ML, le niveau S est suffisant

modifications:

- EXC 1: niveau de qualité D
- EXC 2: niveau de qualité C, sauf pour les caniveaux et morsures, débordements, coups d'arc et cratères, niveau de qualité D
- EXC 3: niveau de qualité B;
- EXC 4: niveau de qualité B+, ce qui correspond au niveau de qualité B avec des exigences supplémentaires (tableau 17 de l'EN 1090-2).

CONTROLE AVANT, PENDANT ET APRES LE SOUDAGE

Un plan de contrôle doit être établi sur base des exigences posées dans la partie à appliquer de l'EN ISO 3834.

Toutes les méthodes d'examen non destructif doivent être définies par une personne qualifiée de niveau 3 (décrit dans l'EN 473) et l'exécution de celui-ci (à l'exception de l'examen visuel) doit être faite par une personne qualifiée de niveau 2. L'examen non destructif (END) après soudage ne peut être réalisé qu'après un temps d'attente tel que spécifié au **tableau 5**.

Toutes les soudures doivent être contrôlées visuellement sur toute la longueur, à compléter par un ressuage ou une magnétoscopie si on constate des défauts. Ceci suffit pour les constructions de catégorie EXC 1. Les constructions de catégories supérieures exigent un examen complémentaire tel que mentionné dans le **tableau 6**.

Avant d'appliquer ce tableau, il faut d'abord s'assurer que chaque DMOS utilisé dans la production satisfait aux exigences de qualité! Pour vérifier ceci, on contrôlera soigneusement les 5 premières soudures réalisées avec un même DMOS:

- Longueur minimale à contrôler: 900 mm.
- Niveau de qualité B suivant EN ISO 5817 exigé.
- Pourcentage à tester: double de ce qui est indiqué au tableau 7.

CONCLUSION

Une fois l'EN 1090-1 publiée dans le Journal Officiel de l'Union Européenne, il sera obligatoire de pouvoir les constructions mises sur le marché d'un label CE et donc de satisfaire aux exigences de la norme. Jusque là, la norme EN 1090-1 a valeur de règle de l'art et son application est volontaire.

Si vous avez des questions spécifiques relatives à l'application de l'EN 1090, vous pouvez toujours faire appel à l'IBS.

Le Centre de Perfectionnement des Soudeurs (CPS), entre autres, peut vous aider pour la qualification des soudeurs et la qualification des modes opératoires de soudage. □

TABLEAU 4: EXPLICATION DES NIVEAUX POUR LA COORDINATION EN SOUDAGE

NIVEAU	EXPLICATION	RECOMMANDATION IIW
B	Connaissance technique fondamentale	IWS : Spécialiste international en soudage
S	Connaissance technique fondamentale	IWT : Technologue international en soudage
C	Connaissance technique complète	IWE : Ingénieur international en soudage

TABLEAU 5: TEMPS D'ATTENTE MINIMAL A RESPECTER POUR REALISER L'END APRES SOUDAGE SUIVANT L'EN 1090-2

DIMENSION DE LA SOUDURE (MM) (A)	APPORT CALORIFIQUE Q (KJ/MM) B	TEMPS D'ATTENTE (HEURES) (C)	
		S235 AS420	S460 ET PLUS
a OU S ≤ 6	Tous	Uniquement période de refroidiss.	24
6 < a OU S ≤ 12	≤ 3	8	24
	> 3	16	40
a OU S ≥ 12	≤ 3	16	40
	> 3	40	48

A: La mesure se rapporte à la section nominale de gorge a d'une soudure d'angle ou l'épaisseur nominale du matériau s d'une pleine pénétration. Pour des soudures bout à bout partiellement pénétrées, le critère est la profondeur nominale de la soudure a, mais pour des paires de soudures bout à bout partiellement pénétrées, c'est la somme des sections de gorge a.

B: L'apport calorifique Q doit être calculé conformément au chapitre 19 de l'EN 1011-1: 1998.

C: Le temps entre la fin de la soudure et le commencement de l'END doit être indiqué dans le rapport END. Dans le cas de "uniquement période de refroidissement", il faut attendre que la soudure soit suffisamment refroidie pour commencer l'END.

TABLEAU 6: ETENDUE DES END SUPPLEMENTAIRES

TYPE DE SOUDURE	SOUDURES D'ATELIER ET DE CHANTIER		
	EXC 2	EXC 3	EXC 4
SOUDURES TRANSVERSALES BOUT A BOUT ET SOUDURES A PENETRATION PARTIELLE DANS LES ASSEMBLAGES BOUT A BOUT SOUMIS A UNE CONTRAINTE DE TRACTION			
U ≥ 0,5	10,00%	20,00%	100,00%
U < 0,5	0,00%	10,00%	50,00%
SOUDURES TRANSVERSALES BOUT A BOUT ET SOUDURES A PENETRATION PARTIELLE			
dans les assemblages en croix	10,00%	20,00%	100,00%
dans les assemblages en T	5,00%	10,00%	50,00%
SOUDURES D'ANGLE TRANSVERSALES EN TRACTION OU EN CISAILLEMENT			
Avec a > 12 mm ofu t > 20 mm	5,00%	10,00%	20,00%
Avec a ≤ 12 mm ou t ≤ 20 mm	0,00%	5,00%	10,00%
SOUDURES LONGITUDINALES ET SOUDURES DE RAIDISSEURS	0,00%	5,00%	10,00%

NOTE 1

Les soudures longitudinales sont celles réalisées parallèlement à l'axe de l'élément. Toutes les autres sont considérées comme des soudures transversales.

NOTE 2

U = degré d'utilisation de la soudure pour des charges quasi statiques. U = Ed/Rd où Ed est la plus grande charge sur la soudure et Rd est la résistance de la soudure dans l'état limite ultime

NOTE 3

Les valeurs a et t se rapportent respectivement à l'épaisseur de gorge et au matériau le plus épais en cours d'assemblage