

LE SOUDAGE DES CONSTRUCTIONS METALLIQUES SUIVANT EN 1090-2

PERIODE DE COEXISTENCE

L'EN 1090-1 a été harmonisée le 17 décembre 2010, ce qui signifie que la norme EN 1090-1 a été reconnue dans l'Union européenne comme norme harmonisée pour la directive pour les produits de construction (89/106/CEE). La fin de la période de coexistence était prévue pour le 1er juillet 2012, ce qui impliquait qu'il était obligatoire à partir de cette date de respecter l'EN 1090 pour tous les produits de construction commercialisés.



Par Benny Droysbeke, IWE

TABLEAU 2: APERÇU DE CERTAINES EXIGENCES RELATIVES AUX CLASSES D'EXECUTION (EXC)

DISPOSITIONS	EXC 1	EXC 2	EXC 3	EXC 4
7.1 GENERALITES	EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2	EN ISO 3834-2
7.4.1 QUALIFIER LES MODES OPERATOIRES SOUDAGE	SE	Voir tableau 3	Voir tableau 3	Voir tableau 3
7.4.2 QUALIFIER LES SOUDEURS + OPERATEURS	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 COORDIN. EN SOUDAGE	SE	Connaiss. techniques selon tableau 4	Connaiss. techniques selon tableau 4	Connaiss. techniques selon tableau 4
7.5.1 PREPARATION DES JOINTS	SE	SE	Peintures primaires appliquées en usine non autorisées	Peintures primaires appliquées en usine non autorisées
7.5.6 FIXATIONS PROVISOIRES	SE	SE	Utilisation à spécifier. Découpage et burinage interdits	Utilisation à spécifier. Découpage et burinage interdits
7.5.7 SOUDURES POINTAGE	SE	Mode opératoire de soudage qualifié	Mode opératoire de soudage qualifié	Mode opératoire de soudage qualifié
7.5.9 SOUDURES EN BOUT	SE	Appendices si spécifié	Appendices	Appendices
7.5.9.2 SOUDURES D'UN SEUL COTE	SE	Appendices si spécifié	Support envers permanent continu	Support envers permanent continu
7.5.17 EXECUTION DU SOUDAGE	SE	SE	Elimination des projections de soudure	Elimination des projections de soudure
7.6 CRITERES D'ACCEPTATION	EN ISO 5817 niveau de qualité D si spécifié	EN ISO 5817 niveau de qualité C généralement	EN ISO 5817 niveau de qualité B	EN ISO 5817 niveau de qualité B+
12.4.2.5 REPARATION DES SOUDURES	Pas de QMOS exigé	Selon QMOS	Selon QMOS	Selon QMOS

Rem.: SE = sans exigence

UNE BOUFFEE D'OXYGENE!

Vu les difficultés rencontrées par de nombreuses entreprises, le 'Standing Committee on Approximation of the Laws relating to Construction Products' a décidé le 24 janvier 2012 de prolonger la fin de la période de coexistence du 01/07/2012 au 01/07/2014. Cette mesure donnera une bouffée d'oxygène aux entreprises qui n'étaient pas encore en ordre. Cependant, cette mesure ne signifie pas que chacun peut se reposer sur ses lauriers! L'introduction d'un système de qualité conforme à l'EN ISO 3834 (comme exigé par l'EN 1090) réclame du temps et dans bien des cas un changement de mentalité dans l'entreprise.

Attention: il convient de distinguer dans l'interprétation des cahiers des charges et/ou du code de conception:

- S'il est mentionné que la norme EN 1090-1 et/ou EN 1090-2 doit être respectée, ceci prend cours **à partir de MAINTENANT** (donc aussi avant 01-07-2014). En effet, le client peut imposer ces exigences dans son cahier des charges.
- S'il est mentionné qu'il faut

respecter la 89/106/CEE (= directive produits de construction) ou plus généralement 'toutes les directives européennes/belges en vigueur (= y compris la directive produits de construction)', ceci n'intervient qu'**à partir du 01-07-2014** pour la 89/106/CEE.

- Si les calculs se font via l'Eurocode 3 (EN 1993) ou l'Eurocode 9 (EN 1999) (= code de calcul), on renvoie de façon explicite à un code d'exécution, (p. ex. EN 1090) ou un autre (p. ex. DIN 18800). La personne qui effectue les calculs de contraintes est donc appelée à tenir compte d'un seul code pour déterminer les tolérances fondamentales.

Nous approfondissons dans la suite de cet article les exigences de la norme EN 1090-2 relatives à la qualification des méthodes de soudage et du personnel de soudage, à la coordination en soudage et aux critères d'acceptation.

CLASSES D'EXECUTION

La norme EN 1090-2 s'articule autour des **classes d'exécution**. Quatre classes d'exécution

(d'EXC 1 à EXC 4) sont définies, avec des exigences variant de l'EXC1 à la EXC4. Pour déterminer la classe d'exécution d'une construction, on a élaboré une matrice en guise d'outil. Elle est restituée dans le **tableau 1**. En fonction des conséquences en cas de rupture de la construction (classe de conséquence CC), du type de construction (catégorie d'utilisation SC) et des matériaux utilisés (catégorie de produit PC), on peut attribuer à une construction (ou une partie) une classe d'exécution (EXC). Ce sera surtout le concepteur, avec le client final de la construction, qui peut indiquer à quelle catégorie d'exécution fait partie une construction. Si aucune classe d'exécution n'est indiquée, la classe d'exécution EXC2 est exigée par défaut.

QUALIFICATION DES METHODES DE SOUDAGE

Un aperçu de certaines exigences, imposées aux techniques de soudage, vous est donné dans le **tableau 2**. Comme on peut le déduire du tableau, le soudage doit être exécuté en EXC2, 3 ou 4 selon un mode opératoire de soudage qualifié. Les méthodes de

qualification des modes opératoires possibles pour le soudage par fusion sont résumées dans le **tableau 3**. On remarque que pour les constructions qui sont classées dans l'EXC2 et pour lesquelles on utilise de l'acier de 'qualité' inférieure ou égale à S355, la possibilité est offerte de qualifier une procédure de soudage via une méthode de soudage standard selon l'EN ISO 15612. Ceci permet donc d'utiliser le mode opératoire de soudage d'une autre société. Si la qualité d'acier utilisée est inférieure ou égale à S275, il existe encore deux possibilités supplémentaires, à savoir la qualification sur base de l'expérience acquise par le soudeur (EN ISO 15611) et la qualification selon des modes opératoires suivant les matériaux d'apport, fournis généralement par les fournisseurs de métaux d'apport (EN ISO 15610).

Exigences supplémentaires

Pour les soudures d'angles soumises à la traction dont la gorge $\leq 0,5 \times$ l'épaisseur de tôle sur l'acier de qualité supérieure à S275, trois essais de traction 'en croix' complémentaires doivent être exécutés. Si l'on soude sur des aciers revêtus d'une couche de

peinture 'primer', l'essai de soudage doit être exécuté sur l'épaisseur de couche maximale autorisée dans le QMOS (qualification du mode opératoire). Pour les modes opératoires qui n'ont plus été utilisés régulièrement et qui ont été qualifiés suivant la EN15613 ou 15614, les dispositions suivantes sont de règle:

- Pour une période entre un et trois ans, on doit exécuter un essai de production adapté pour des nuances d'acier > S355. L'évaluation exige:
 - a. un examen visuel;
 - b. un examen radiographique ou par ultrasons (pas pour la soudure d'angle);
 - c. détections des fissures par ressage;
 - d. analyse macrographique;
 - e. un test de dureté.
- Pour une période plus longue que trois ans, on doit:
 - a. effectuer une analyse macrographique de production pour les nuances d'acier ≤ S355.
 - b. effectuer une qualification complète pour les nuances d'acier > S355.

QUALIFICATION DES SOUDEURS ET OPERATEURS DE SOUDAGE

Le tableau 1 exige la qualification des soudeurs suivant l'EN287-1 et les opérateurs de soudage suivant l'EN1418 pour toutes les classes d'exécutions. Le soudage d'un assemblage tubulaire à ramifications comportant des angles, inférieurs à 60°, on doit être qualifié avec un essai spécifique. De plus, des enregistrements des essais de qualification doivent être disponibles.

COORDINATION EN SOUDAGE

A partir de l'EXC 2, un coordinateur en soudage est exigé (voir tableau 2). Le coordinateur en soudage est la personne qui est responsable de la coordination de toutes les activités liées à la technique de soudage et apparentées (comme la découpe), et qui possède la compétence pour le 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 confiée à différentes personnes, un seul coordinateur en soudage responsable (RWC – responsible welding coordinator) doit être désigné. Pour tous les coordinateurs en soudage, on doit décrire ce qui suit:

- les tâches et responsabilités;
- la position dans l'entreprise;
- les compétences en lecture de plans et en documentation.

Compétences

Les compétences exigées sont liées à la classe EXC en combinaison

avec les aciers usinés et leur plage d'épaisseur (le **tableau 4** le donne pour l'acier de construction). Les compétences ont trait aux connaissances techniques nécessaires au planning, à l'exécution, à la surveillance et à l'essai dans les travaux liés au soudage. Dans le tableau 4, il est fait référence à trois niveaux différents, à savoir B, S et C. L'IIW (*International Institute of Welding*) a rédigé des recommandations pour interpréter ces trois niveaux en décrivant les connaissances minimales exigées pour chacun des niveaux (voir **tableau 5**). Donc, quiconque possède un diplôme IWS, IWT ou IWE est supposé satisfaire respectivement au niveau B, S ou C. Comme le programme de formation, tel qu'élaboré par l'IIW, est très large, une personne avec un diplôme IIW peut accomplir les tâches d'un coordinateur en soudage dans chaque entreprise de soudage. Mais celui ou celle qui ne possède pas un tel diplôme peut faire état du niveau exigé par l'expérience et la formation.

Cependant, de nombreuses entreprises ne disposent pas d'un salarié qui possède un diplôme IWE, IWT ou IWS et/ou rencontrent des difficultés à faire la preuve du niveau de connaissances exigé. La formation IWS complète est sans doute trop lourde pour les entreprises de constructions métalliques, en particulier pour une PME. L'EVWF (European Welding Federation) a mis au point deux formations, taillées sur mesure pour les constructeurs métalliques et conformes à l'EN 1090-2:

- RWC-B: responsible welding coordinator – niveau 'Basic';
 - RWC-S: responsible welding coordinator – niveau 'Specific'.
- Ces formations RWC-B et RWC-S doivent permettre aux entreprises de se conformer rapidement à l'EN 1090 et de conserver ou renforcer la coordination en soudage, et donc leur position concurrentielle. L'Institut Belge de la Soudure, en collaboration avec le CEWAC et le CPS (Centre de Perfectionnement des Soudeurs) propose à partir du mois de mars 2013 une session 'coordinateur en soudage 1090-2 Basic Level' (à l'heure actuelle, aucun cours RWC-S n'est prévu). Après la réussite d'un examen, vous obtenez le diplôme européen agréé RWC-B, qui prouvera les connaissances concrètes sur le plan du soudage des constructions métalliques. Dans le cadre d'un audit EN 1090, le diplôme est une preuve suffisante des compétences techniques pour une entreprise qui exécute des travaux dans l'EXC2, avec des nuances d'acier du type S235 et/ou S355, et d'une épaisseur de matériau maximale de 25 mm (pieds de colonne et platines supérieures ≤ 50 mm).

TABLEAU 1: MATRICE RECOMMANDEE POUR DETERMINER LA CLASSE D'EXECUTION

CL. CONSEQUENCE	CC1		CC2		CC3	
CATEGORIES DE SERVICE	SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
CATEGORIES DE PRODUCTION	PC1	EXC 1	EXC 2	EXC 2	EXC 3 (a)	EXC 3 (a)
	PC2	EXC 2	EXC 2	EXC 2	EXC 3 (a)	EXC 4 (a)

(a): Il convient d'appliquer la classe d'exécution EXC 4 à des structures particulières ou aux structures avec des conséquences extrêmes à cause d'une ruine structurelle comme requis dans la réglementation nationale

TABLEAU 3: METHODES DE QUALIFICATION DES MODES OPERATOIRES DE SOUDAGE PROCEDES 111, 114, 12, 13, 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
MODE SOUDAGE STANDARD	EN ISO 15612	X ^a	-	-
EXPERIENCE SOUDAGE	EN ISO 15611	X ^b	-	-
PRODUITS CONSOMM. POUR SOUDAGE SOUMIS A ESSAIS	EN ISO 15610			

X: autorisé

-: non autorisé

^a Uniquement pour matériaux ≤ S355 et uniquement pour soudage manuel ou soudage partiellement mécanisé

^b Uniquement pour matériaux ≤ S275 et uniquement pour soudage manuel ou soudage partiellement mécanisé

TABLEAU 4: CONNAISSANCE TECHNIQUES DES COORDINATEURS - ACIER DE CONSTRUCTION AU CARBONE

EXC	GROUPE D'ACIERS	NORMES DE REFERENCE	EPAISSEUR		
			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 Platines de pied de poteaux et platines d'about ≤ 50 mm

^b Platines de pied de poteaux et platines d'about ≤ 75 mm

^c Pour les nuances d'acier ≤ S275, le niveau S suffit

^d Pour les aciers N, NL, M, ML: niveau S suffit

TABLEAU 5: EXPLICATION DES NIVEAUX POUR COORDINATION SOUDAGE

NIVEAU	EXPLICATION	RECOMMANDATION IIW
B	Connaissances de base	IWS : spécialiste soudeur international
S	Connaissances techniques	IWT : Technologue soudeur intern.
C	Connaissances étendues	IWE : ingénieur soudeur international

PREPARATION DES JOINTS

Le type de préparation du joint doit correspondre à ce qui a été utilisé pendant la qualification du mode opératoire de soudage (si qualifié selon l'EN ISO 15612, 15613 ou 15614-1). De plus, les surfaces doivent être sèches et exemptes de matériau susceptible de générer des défauts de soudure (p. ex. humidité, huile graisse, ...).
 Pour les aciers > S460, il convient de contrôler (au moyen d'une inspection visuelle et un essai de ressuage, voire d'une analyse électromagnétique) que les chants coupés sont exemptes de fissure. Une réparation des erreurs constatées qui résultent du soudage doit s'opérer par un DMOS qualifié et les soudures sur produits prépeints pour EXC 3 et EXC 4 ne sont validées que si la qualification des modes opératoires a été réalisés avec des produits prépeints.

SOUDURES DE POINTAGE

A partir de l'EXC2, il est nécessaire d'utiliser un mode opératoire qualifié pour les soudures de pointage. Si la soudure de pointage est en outre incluse dans la soudure définitive, le soudeur doit être qualifié! La longueur minimale des soudures de pointage doit atteindre quatre fois l'épaisseur de la plaque la plus épaisse ou 50 mm (la plus petite des deux).

SOUDURES EN BOUT A BOUT

L'épaisseur de la soudure exigée doit être garantie pour toute la longueur de la soudure. Pour EXC 3 et 4, les appendices sont obligatoires (pour EXC2, uniquement si spécifié).

EXECUTION DES SOUDURES

Des mesures particulières doivent être prises pour éviter les 'coups d'arc' sur l'acier, les projections et les marques de reprises. Les projections de soudage doivent être éliminées pour l'EXC3 et l'EXC4.

Il n'est pas autorisé de souder sur les défauts tels que les fissures, les cratères, ... sans retirer préalablement la soudure défectueuse.

CRITERES D'ACCEPTATION

En ce qui concerne les critères d'acceptation suivant l'EN ISO 5817, les niveaux suivants sont à prendre en considération:
 • EXC 1: niveau de qualité D;
 • EXC 2: niveau de qualité C, hormis le niveau de qualité D pour les caniveaux et les

TABLEAU 7: ETENDUE DES CND SUPPLEMENTAIRES			
TYPE DE SOUDURE	SOUDAGE 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 CONTRAINTE DE TRACTION			
U ≥ 0,5	10%	20%	100%
U < 0,5	0%	10%	50%
SOUDURES TRANSVERSALES BOUT A BOUT ET SOUDURES A PENETRATION PARTIELLE			
DANS LES ASSEMBLAGES EN CROIX	10%	20%	100%
DANS LES ASSEMBLAGES EN T	5%	10%	50%
SOUDURES D'ANGLE TRANSVERSALES EN TRACTION OU EN CISAILEMENT:			
Avec a > 12 mm ou t > 20 mm	5%	10%	20%
Avec a < 12 mm ou t < 20 mm	0%	5%	10%
SOUDURES LONGITUDINALES ET SOUDURES DE RAIDISSEURS	0%	5%	10%

REMARQUE 1: Les soudures longitudinales sont celles réalisées parallèlement à l'axe de l'élément. Toutes les autres sont considérées comme des soudures transversales.

REMARQUE 2: U = degré d'utilisation des soudures pour charges quasi statiques. U = E_d/R_d, E_d étant l'effet d'action le plus grand de la soudure et R_d est la résistance de la soudure dans l'état limite ultime.

REMARQUE 3: Les termes a et T se rapportent respectivement à l'épaisseur de gorge et le matériau le plus épais qui est relié.

morsures, les reprises de cordon, les cratères.
 • EXC 3: niveau de qualité B;
 • EXC 4: niveau de qualité B+, ce qui correspond au niveau de qualité B avec des exigences complémentaires (tableau 17 de l'EN 1090-2).

CONTROLES AVANT, PENDANT ET APRES LE SOUDAGE

Les contrôles à effectuer sont décrits dans l'EN3834. Toutes les méthodes d'essais non destructifs doivent être élaborées par une personne qualifiée selon le niveau 3 (décrit dans l'EN 473) et son exécution (à l'exception de l'inspection visuelle) doit se faire par une personne qualifiée selon le niveau 2. Les essais non destructifs (NDO) après le soudage ne peuvent être exécutés qu'après un temps d'attente comme spécifié dans le **tableau 6**.

Toutes les soudures doivent être contrôlées sur toute la longueur, suivi d'un essai de ressuage ou de contrôle électromagnétique lorsque des défauts sont constatés. Pour des constructions qui doivent être exécutées selon l'EXC 1, l'inspection visuelle suffit. Les constructions dans une catégorie supérieure à l'EXC 1 exigent des essais complémentaires selon le **tableau 7**.
 Avant d'appliquer ce tableau, on doit toutefois prouver que chaque DMOS utilisé dans la production satisfait aux exigences de qualité! Pour le vérifier, on devra contrôler particulièrement les cinq premiers assemblages, soudés avec le même DMOS:
 • longueur minimale à inspecter: 900 mm;
 • le niveau de qualité B selon l'EN ISO 5817 est exigé;
 • la quantité des essais à réaliser est alors double de ce qui est mentionné dans le tableau 7.

CONCLUSION

La période de coexistence est prolongée du 01/07/2012 au 1/07/2014 afin de laisser un peu respirer les entreprises qui n'étaient pas encore en ordre. A partir du 01/07/2014, il sera obligatoire de respecter l'EN 1090 pour tous les produits de construction mis sur le marché. En termes de coordination en soudage, la formation RWC-B permet aux entreprises de se conformer rapidement à l'EN 1090 EXC 2, avec des nuances d'acier du type S235 et/ou S355, et une épaisseur de matériau max. de 25 mm. L'IBS, en collaboration avec le CEWAC et le CPS organise une session en français de la formation 'coordinateur en soudage 1090-2 Basic level'. Cette formation permet aussi aux personnes concernées par les procédés de soudages (production, qualité, ...) de suivre un cours 'Introduction à la technique du soudage'. □

TABLEAU 6: TEMPS D'ATTENTE MIN. A RESPECTER POUR EXECUTER NDO APRES LE SOUDAGE SELON L'EN 1090-2

DIMENSIONS SOUDURE (MM) ^A	ENERGIE DE SOUDAGE Q (KJ/MM) ^B	DELAI (HEURES) ^C	
		S235 A S420	S460 ET PLUS
a ou s ≤ 6	Toutes	Temps de refroidissement seulement	24
6 < a ou s ≤ 12	≤ 3	8	24
	> 3	16	40
a ou s ≥ 12	≤ 3	16	40
	> 3	40	48

^A La dimension s'applique à l'épaisseur de gorge nominale a d'une soudure d'angle ou à l'épaisseur du matériau s d'une soudure nominale à pleine pénétration. Pour les soudures en bout à pénétration partielle prises séparément, le critère déterminant est la hauteur nominale de soudure a, mais pour les paires de soudures en bout à pénétration partielle soudées simultanément, il s'agit de la somme des gorges de soudure a.
^B Energie de soudage Q devant être calculée conform. à l'article 19 de l'EN 1011-1.
^C Le délai entre l'achèvement de la soudure et le début du ND doit être mentionné dans le rapport CND. Dans le cas 'temps de refroidissement seulement', le CND ne commence que lorsque la soudure est suffisamment refroidi

PLUS D'INFOS?

Institut Belge de la Soudure ASBL

Technologiepark 935 B-9052 Zwijnaarde

Tél.: +32 (0)9/292.14.00 Fax: +32 (0)9/292.14.01

www.bil-ibs.be info@bil-ibs.be

